FILOSOFIA DE LA NATURALEZA

MARIANO ARTIGAS
JUAN JOSE SANGUINETI

Libros de Iniciación Filosófica

EUNSA

FILOSOFIA
DE LA NATURALEZA



Primera edición: Febrero 1984.
Segunda edición: Febrero 1989.

Ediciones Universidad de Navarra, S. A. (EUNSA)
Plaza de los Sauces, 1 y 2. Barañáin - Pamplona (España)
ISBN: 84-313-0830-3
Depósito Legal: NA 185-1989

Fotocomposición: Lau-Zarrak. - Pamplona

Impreso en: Line Grafic, S. L. - Hnos. Noáin, s/n. Pamplona

Printed in Spain - Impreso en España

MARIANO ARTIGAS
JUAN JOSE SANGUINETI

FILOSOFIA DE LA NATURALEZA

SEGUNDA EDICION

EDICIONES UNIVERSIDAD DE NAVARRA, S. A.
PAMPLONA, 1989

INDICE GENERAL

SEGUNDA PARTE

LAS PROPIEDADES DE LA SUBSTANCIA MATERIAL

TERCERA PARTE

ALGUNAS CUESTIONES PARTICULARES

PRESENTACION

El deseo por comprender la naturaleza es una constante en la historia, ya que el hombre forma parte de ella y necesita entenderla para conocerse a sí mismo y para utilizar los recursos naturales en vistas a sus necesidades prácticas.

La filosofía natural, concebida como búsqueda de una comprensión profunda de la naturaleza, fue cultivada desde la antigüedad. En los últimos siglos, el desarrollo de las ciencias experimentales provocó problemas que todavía perduran, también porque parecía absorber la temática anteriormente asignada a la filosofía natural. Sin embargo, los cambios que esas ciencias experimentaron desde comienzos del siglo XX han contribuido a hacer ver mejor sus límites y la necesidad de una reflexión filosófica que estudie la naturaleza sin ceñirse a la perspectiva forzosamente parcial de los estudios científico-experimentales.

En su ámbito propio, tanto la filosofía natural como las ciencias experimentales tienen enfoques y métodos autónomos. Pero ambas se complementan, porque la filosofía natural se edifica sobre los conocimientos proporcionados por la experiencia ordinaria y por las ciencias, y éstas utilizan ideas filosóficas cuyo alcance no investigan con sus métodos específicos.

No es posible reducir la filosofía natural a una simple filosofía de las ciencias, y menos aún al análisis lógico de los métodos científicos. Los problemas filosóficos acerca de la naturaleza tienen entidad propia, como se ve al constatar que –desde la antigüedad hasta nuestros días– tienen una actua-

lidad perenne. Ciertamente, su estudio requiere la atenta consideración de los conocimientos proporcionados por las ciencias, pero éstos no bastan para resolverlos.

Este curso se centra en los problemas básicos de la filosofía natural. Para las cuestiones epistemológicas, se remite a los tratados de lógica, aunque en cada caso se consideran los aspectos imprescindibles para afrontar los temas respectivos. Las cuestiones científicas se tratan de manera que el razonamiento pueda ser comprendido también por quienes no tienen una formación específica en las ciencias, incluyendo comentarios que puedan servir a quien desee estudiarlos más extensamente.

Abordamos algunas cuestiones científicas cuando tienen que ver con la problemática filosófica y porque, como consecuencia de cuanto hemos dicho antes, pensamos que la filosofía de la naturaleza debe cultivarse en diálogo con las ciencias.

Las soluciones filosóficas aquí propuestas están inspiradas en la filosofía natural aristotélico-tomista, que consideramos valiosa en sí misma en sus contenidos perennes, y una eficaz vía para iniciarse en las cuestiones metafísicas. Una filosofía del ser corpóreo es la mejor puerta de entrada para una filosofía del ser.

Aun con los límites propios de un curso introductorio, en cada tema se exponen los argumentos básicos, sin pretender obviamente agotar el examen de las diversas cuestiones.

Esperamos que este texto, redactado con pretensiones de claridad didáctica, pero sin dejar de afrontar las dificultades de los diversos problemas, sirva no sólo a quienes se inician en el estudio especializado de la filosofía, sino también a los que se dedican a las ciencias y buscan un conocimiento más profundo de la naturaleza, y a quienes pretenden adquirir una formación cultural indispensable para reflexionar con garantías sobre los problemas básicos de la existencia humana.

LOS AUTORES

Las obras clásicas se citan por su división tradicional, sin referencia a ediciones concretas. Cuando en las obras de Santo Tomás de Aquino figuran además números de referencia,

se trata de la edición de la editorial Marietti. Las abreviaturas utilizadas para las obras de Santo Tomás de Aquino son las usuales.

Agradecemos la colaboración prestada por el Dr. Rafael Martínez, para la redacción de algunas partes de este libro.

El primer ámbito de nuestro conocimiento espontáneo es el mundo material (en griego, *cósmos)*, o la naturaleza *(fisis)*. El hombre está inmerso en la naturaleza, de la que forma parte, y se asombra ante su armonía y sus ciclos regulares, se atemoriza ante la potencia de las perturbaciones naturales, indaga por las causas de sus continuas transformaciones.

El espectáculo del universo despierta naturalmente el *afán especulativo*, que por medio de la experiencia y la razón intenta desvelar los secretos del mundo físico. Al mismo tiempo, el hombre se ve obligado a conocer la naturaleza por *motivos prácticos*, para aprovechar sus potencialidades, defenderse de los peligros del ambiente físico y, más ampliamente, servirse de ella. De este modo, los hombres no sólo llegan a conocer la naturaleza, o a contemplar su belleza por medio de la intuición estética, sino que pueden dominarla y perfeccionarla con la técnica.

El conjunto de estas actitudes ante el mundo natural se va desarrollando poco a poco en las diversas civilizaciones, con matices particulares. El conocimiento físico es progresivo y puede alcanzar muchos niveles. En todos los hombres existe un *saber espontáneo* acerca de las realidades naturales, adquirido por simple experiencia, y más o menos enriquecido por las circunstancias. Así es como conoce el mundo natural un navegante, un agricultor, un viajero, y cualquier individuo que observe el mundo que le rodea. Este saber tiende a desembocar en un análisis más pormenorizado, en el *conoci-*

miento científico de la naturaleza, que se desarrolla sistemáticamente y hace uso metódico del raciocinio. Dentro de este tipo de saber se encuentran las ciencias experimentales y la filosofía de la naturaleza.

1. La Filosofía de la Naturaleza

Podemos conocer científicamente la naturaleza mediante las ciencias *particulares* o *experimentales,* o bien desde el punto de vista de la *filosofía de la naturaleza* (el primer modo a veces se llama simplemente *ciencia).*

El *saber científico* de la naturaleza está constituido por un conjunto de conocimientos que buscan determinar con detalle los principios y las causas próximas o inmediatas de los diversos sectores del mundo físico.

La filosofía de la naturaleza busca el conocimiento de las primeras causas y principios del mundo natural. La enorme información suministrada por las ciencias experimentales no agota nuestro conocimiento del mundo físico. Hay un momento en el que es necesario pasar de la descripción o la mensuración matemática a una «interpretación» de la naturaleza de los objetos estudiados. Esto exige una actitud diversa de la metodología científica, una peculiar actividad de la inteligencia que «reflexiona» sobre los datos, las teorías, las proposiciones científicas, para determinar su sentido, su grado de realidad, sus aspectos esenciales.

Las ciencias particulares suelen dar por supuesto ese conocimiento filosófico, incoado ya de alguna manera en el conocer espontáneo. Por ejemplo, el físico mide las relaciones de temporalidad, pero no afronta directamente el problema de la esencia del tiempo (si es real, si es subsistente, o si es una construcción mental). Y si lo hace, entonces comienza a reflexionar filosóficamente sobre la naturaleza.

> «La ciencia, al desarrollarse se ve constreñida a introducir en sus teorías conceptos que tienen un alcance metafísico, como son los de tiempo, espacio, objetividad, causalidad, individualidad, etc. La ciencia intenta dar definiciones precisas de estos conceptos, que entren en el marco de los métodos que ella emplea, y procura evitar, respecto a ellos, toda discusión filosófica; quizás, procediendo así, hace mu-

chas veces metafísica sin saberlo, lo cual no es la manera menos peligrosa de hacer metafísica» [1].

Los interrogantes filosóficos son ineludibles y se plantean universalmente a todos los hombres, sea cual sea el grado de desarrollo científico de una época (por ej., cuestiones sobre el origen del universo, sobre la existencia de leyes físicas, o del azar y la finalidad). Todos los hombres poseen cierta concepción del mundo de la naturaleza, y la filosofía natural como ciencia desarrollada intenta esclarecer con más rigor ese conocimiento fundamental.

Objeto material

El objeto material de una ciencia es el tipo de seres que cae bajo su consideración; alguna otra ciencia puede también estudiarlos, pero bajo otro aspecto. Es una determinación primera y genérica sobre el objeto de estudio de la ciencia.

El *objeto material de la filosofía de la naturaleza es el conjunto de los cuerpos materiales,* es decir, la totalidad de los seres que constituyen el universo físico y que son accesibles al conocer sensitivo directamente o por medio de instrumentos. Este objeto recibe diversas denominaciones, que señalan matices peculiares:

– *cuerpos:* nombramos así generalmente a las realidades extensas, observables, preferentemente sólidas, y que poseen cierta unidad que las diferencia de otros cuerpos numéricamente distintos. El matiz peculiar de este nombre es que designa a un todo concreto, independiente, y no a sus aspectos o propiedades (un color o una línea no es un cuerpo, sino algo de un cuerpo);

– *ente material:* ente es cualquier cosa «que es», que tiene la propiedad de ser. Existe un tipo de entes que llamamos materiales, pues se caracterizan por poseer «materia»; a la filosofía corresponde determinar con más precisión la naturaleza de esta noción;

1. L. DE BROGLIE, *Au-delà des mouvantes limites de la science,* «Révue de métaphysique et de morale», 3, 1947, p. 278; M. BORN, *La Fisica e il nostro tempo,* Sansoni, Florencia 1961; W. HEISENBERG, *Física y filosofía,* La Isla, Buenos Aires, 1959. Son numerosas las obras de aproximación filosófica de físicos contemporáneos.

– *ente físico* o *natural:* «físico» deriva del griego *(fisis,* naturaleza), y equivale a la expresión «natural», que significa un ente del mundo de la naturaleza o del mundo material. En filosofía, *naturaleza* designa también la esencia de cualquier ente, sea o no material (por ej., se habla de la naturaleza de Dios). En este estudio cuando se habla de «entes naturales», o de «fenómenos naturales», nos referimos a las realidades corpóreas;

– *ente sensible:* indica la propiedad que tienen los cuerpos de ser perceptibles por los sentidos.

– *naturaleza:* o conjunto armonioso de los entes físicos o naturales. El mundo de la naturaleza se contrapone, en este sentido, al ámbito de las realidades espirituales o inmateriales, que superan las propiedades y fuerzas de los seres corpóreos.

Determinar con más precisión el sentido de estos vocables es justamente la tarea de la filosofía de la naturaleza. Con este primera aproximación, tan sólo hemos delimitado el ámbito de nuestro estudio[2].

Objeto formal

El objeto *formal* o *propio* de una ciencia es el aspecto peculiar y determinado que se considera dentro de un tipo de seres. El objeto formal define específicamente a una ciencia y la distingue de otras (especialmente de las que coinciden en cuanto al objeto material). El hombre, por ejemplo, es estudiado a la vez por la psicología, la biología o la antropología filosófica, cada una de las cuales aborda un aspecto distinto de la naturaleza humana: su actividad psíquica, sus características como viviente, o su misma esencia.

El objeto formal de la filosofía de la naturaleza no puede ser otro que el de la filosofía, la cual busca invariablemente en sus diversos análisis la determinación de la «esencia» o el «ser» de las cosas. A la filosofía de la naturaleza le interesa

2. Por razones de claridad, el significado filosófico del concepto de *naturaleza* será estudiado en el apartado 7 del capítulo III de esta primera parte. Entonces podrá apreciarse mejor cuál es el sentido de la filosofía de la naturaleza, cuyo objeto material definimos aquí en función de los entes corpóreos.

conocer la esencia de los cuerpos, es decir, determinar *qué son,* qué tipo de realidad tienen, qué puesto ocupan en el contexto de toda la realidad (por ej., si dijéramos que «todo es corpóreo», tendríamos una filosofía materialista; o que el ser de los cuerpos depende del pensamiento humano, una filosofía subjetivista).

Se concluye que *el objeto formal de la filosofía de la naturaleza es el ser de las cosas corpóreas;* no estudia el ser mismo (objeto de la metafísica), sino en su realización corpórea; pero no considera a los cuerpos en sus principios próximos y específicos (objeto de las ciencias particulares), sino en cuanto entes, en cuanto «modos de ser» fundamentales en el contexto de la realidad. En otras palabras, a la filosofía natural no le interesan las cuestiones detalladas de las ciencias, sino el *ser* de lo material, que es distinto –analógicamente– del *ser* de otras realidades no materiales.

El ente móvil, objeto de la filosofía de la naturaleza

Aristóteles afirmaba que el objeto propio de la filosofía de la naturaleza (que él llamaba *Física)* era el *ente móvil*[3]. Esta posición equivale plenamente a cuanto se ha dicho. El ente físico tiene una característica fundamental, que se sigue del hecho de poseer materia: su movilidad o *mutabilidad,* esto es, la capacidad de sufrir alteraciones y transformaciones, dejando de ser lo que *es,* para devenir otra cosa, adquiriendo un nuevo modo de ser. Esta mutabilidad define a los cuerpos, como entes materiales, es decir, señala su modo peculiar y exclusivo de tener el ser: poseer el *esse,* pudiendo perderlo, y perdiéndolo de hecho. Esta caracterización es completamente metafísica, porque se sitúa en la perspectiva ontológica o del ser.

Denominaciones de esta parte de la filosofía

Como hemos dicho, Aristóteles denominó *Física* a esta disciplina, porque versa sobre los seres físicos. En la época

3. Sobre esta cuestión, cfr. ARISTÓTELES, *Física,* II, 1 y 2; Tomás DE AQUINO, *In Phys.,* I, 1; II, 1-4; *In Metaphys.,* VI, 1; J.M. PETIT, *La filosofía de la naturaleza como saber filosófico,* Acervo, Barcelona 1980.

moderna, al separarse las ciencias particulares de la filosofía –ya que antes estaban fundidas en un único cuerpo de doctrina–, el nombre de *física* se reservó para el estudio científico-experimental de la naturaleza corpórea, y surgió con Wolff el nombre de *cosmología* (estudio del cosmos), para indicar el análisis filosófico del mundo corpóreo. Esta denominación se hizo casi universal y fue incorporada por la filosofía escolástica. Ultimamente se suele hablar más bien de *filosofía de la naturaleza,* o *filosofía natural,* nombre que pone más de relieve el carácter filosófico de esta disciplina; así se la distingue con más claridad de la cosmología científica, rama de la ciencia moderna que estudia las estructuras del universo (cosmografía) y su formación (cosmogonía).

2. Relación con las demás partes de la filosofía

Con la metafísica

Desde un punto de vista lógico, *la filosofía natural depende de la metafísica,* porque para determinar el sentido del ser material, parece necesario aclarar antes el sentido del ser. Sin embargo, atendiendo a nuestro modo de conocer análogo e imperfecto, que comprende lo más profundo comenzando por las cosas sensibles y exteriores, *la filosofía natural precede a la metafísica, y por esto conviene estudiarla antes que ésta.*

La filosofía de la naturaleza tiene un valor propedéutico en orden a la metafísica. Al estudiar la naturaleza, descubrimos estructuras universales en las cosas, como la composición de substancia-accidentes, acto-potencia, o conocemos la actividad de las causas y su influjo en el ser de los entes físicos. Así, a medida que se profundiza en la naturaleza de los cuerpos, se abre el camino al estudio de lo real como tal –el ente–, que trasciende el ámbito de la materia sensible. En otras palabras, se asciende al nivel de la metafísica, del *ser* como tal, que desborda los límites del *ser móvil.*

La filosofía de la naturaleza ofrece, pues, una sólida base para el conocimiento metafísico. Al saber que las cosas tienen un orden y una naturaleza propia, el hombre adquiere una primera experiencia del ser trascendente, es decir, de algo independiente de su inteligencia y de su voluntad.

Con la psicología y antropología filosófica

Aclaremos en primer lugar que los vivientes y el hombre forman parte de la naturaleza, y por eso parecerían comprendidos bajo el objeto de nuestra ciencia. Sin embargo, se suele reservar el nombre de *filosofía de la naturaleza* al estudio de los seres inanimados, y el de *psicología o antropología filosófica* a la filosofía de la vida y en particular del hombre.

La filosofía natural precede lógica y gnoseológicamente a la psicología, por los siguientes motivos:

a) *lógicamente,* porque los vivientes materiales son también seres físicos, que a las estructuras físicas inorgánicas añaden las perfecciones vitales en sus diversos grados. Es más práctico empezar por las realidades más simples, ya que de este modo se estudian a la vez los estratos inferiores de todos los entes corpóreos, sin necesidad de que posteriormente se repita ese análisis. Además, la espiritualidad del alma humana consiste en la independencia respecto a la materia o absoluta «inmaterialidad», y esto supone saber antes qué es la materia y cuáles son las propiedades que implican dependencia de la materia. La filosofía de la naturaleza es imprescindible para distinguir entre los seres materiales y espirituales;

b) *gnoseológicamente,* porque el hombre se ve inclinado naturalmente a conocer primero las cosas exteriores y sensibles, y sólo más tarde, por la reflexión psicológica, explora su interioridad anímica suprasensible.

La filosofía de la naturaleza aporta una contribución positiva para la antropología y para la ética, pues da una imagen del cosmos material en el que el hombre vive, y le permite así orientarse en él con discernimiento, sin caer en errores como el materialismo, el naturalismo u otros semejantes.

Con la teología natural

La filosofía de la naturaleza tiene un valor preparatorio en orden al conocimiento natural de Dios. El estudio de la naturaleza lleva a descubrir en ella ciertas características –mutabilidad, contingencia, finalidad– que implican la existencia de una Causa primera inmutable, necesaria e inteligente: la filosofía natural prepara los llamados *argumentos cosmológi-*

cos de la existencia de Dios. A la vez, la contemplación de las maravillas del cosmos mueve a la inteligencia y al corazón humano a reconocer la Sabiduría y la Potencia del Creador.

Además, *el recto conocimiento de las cosas materiales impide ciertos errores acerca de Dios,* empezando por el mismo ateísmo, que busca dar una imagen autosuficiente del cosmos y otorga a la materia propiedades creadoras propias de la causa primera, hasta las doctrinas que disminuyen el poder de Dios o alguno de sus atributos, al confundirlos con las perfecciones de las criaturas corpóreas (por ej., someter a Dios al devenir, identificar su inmensidad con el espacio).

La filosofía de la naturaleza guarda también alguna relación con la fe y la teología. La doctrina filosófica sobre la substancialidad, la corporeidad, la causalidad física, etc., necesariamente afecta a las verdades teológicas sobre el Cuerpo de Cristo, la resurrección, los milagros, la Eucaristía y los demás Sacramentos. En algunos casos, ha sido la misma Revelación y los estudios teológicos consiguientes los que han impulsado a la filosofía natural, obligándola a analizar con más detenimiento ciertos temas.

Valor de la filosofía natural

Mientras las ciencias experimentales resultan útiles para la intervención física del hombre en el mundo material, lo cual requiere un conocimiento detallado de los fenómenos físicos, la filosofía de la naturaleza carece de utilidad técnica. Su valor es el de la filosofía: dar una comprensión intelectual de las cosas, que satisface las ansias especulativas del hombre, connaturales a su existencia racional y a su dignidad como ser espiritual. Por otra parte, la filosofía natural ayuda al hombre a moverse racionalmente en medio de las cosas del mundo. Su valor puede calibrarse también con relación al conjunto de la filosofía, como acabamos de ver: la filosofía natural es una primera etapa de la actividad filosófica completa.

3. MÉTODO

El método de la filosofía de la naturaleza es el de la filosofía en general. Un estudio más detallado de la cuestión

comportaría entrar en explicaciones lógicas aquí innecesarias. Nos limitamos a apuntar algunos conceptos fundamentales.

Niveles de consideración de la naturaleza

Desde el punto de vista conceptual, tres enfoques básicos cabe adoptar ante la naturaleza:

a) El enfoque *físico-sensible*, o simplemente *físico* (llamado también «abstracción física») considera aspectos de las cosas intrínsecamente ligados a la observación sensible. Así es como hablamos de los objetos físicos concretos y de sus propiedades observables directa o indirectamente, mediante instrumentos de observación. El lenguaje ordinario se coloca en este nivel, por ejemplo, al referirse a una pradera verde, al sol amarillento y luminoso, etc.

b) El enfoque *físico-matemático* (o «abstracción físico-matemática»), adoptado preferentemente por las ciencias experimentales, añade al anterior la determinación cuantitativa de un fenómeno o de una serie de fenómenos físicos. La naturaleza es vista aquí no sólo en cuanto observable, sino en cuanto mensurable. Por ejemplo, al decir que un automóvil va a 100 km por hora, o que un objeto pesa 4 toneladas, miramos determinados fenómenos sensibles desde una perspectiva matemática.

c) El enfoque *ontológico*, o *metafísico*, considera ciertos aspectos de las cosas no propiamente sensibles, ni ligados intrínsecamente a la observación sensible, y tampoco matemáticos: por ejemplo, el hecho de que una cosa sea un todo o una parte, una unidad o un compuesto, un ser individual o no, que tenga una finalidad, que sea activa o pasiva, etc. Estos aspectos son reales y se dan en los cuerpos, si bien no están vinculados necesariamente a la corporeidad. Son «meta-físicos», puramente inteligibles, es decir, que sólo la inteligencia capta, *en* las cosas sensibles, pero *trascendiendo* la percepción sensible. A la filosofía de la naturaleza le interesa este planteamiento –propio de toda filosofía–, por medio del cual investiga si en el mundo físico hay unidad, y de qué tipo, si cabe hablar de individuos naturales, si hay en ellas relaciones causales, o un finalismo intrínseco, etc.

Veamos ahora cómo afrontan la experiencia sensible tanto la filosofía natural como las ciencias experimentales. Por una

parte, *la filosofía de la naturaleza parte de la experiencia sensible,* y no es, en este sentido, una ciencia *a priori* desvinculada del conocer empírico. Pero la experiencia sensible no está constituida sólo por datos sensibles aislados, sino incorporados a una comprensión inteligente del mundo, más o menos espontánea, en la que la sensación está unida ya al conocimiento conceptual (es «de experiencia», por ejemplo, que un caballo es un ser individual, distinto de otros individuos). La filosofía natural reflexiona inteligentemente sobre el mundo físico de la experiencia ordinaria, ampliado por la experiencia científica, para sacar conclusiones sobre la naturaleza esencial de las cosas corpóreas.

Las *ciencias experimentales,* en cambio, asumen la experiencia desde la perspectiva físico-matemática, presuponiendo el conocimiento ontológico de las cosas. Ellas pretenden una descripción detallada y precisa de los fenómenos sensibles, de sus regularidades y leyes, y estudian las causas concretas de los fenómenos, siempre que esas causas se mantengan en el nivel de consideración formal propio de la física. Con esto las ciencias experimentales pueden superar las vaguedades del conocimiento ordinario. Ellas proporcionan una comprensión más precisa de la naturaleza. Un saber más profundo de las cosas materiales compete, sin embargo, a la filosofía natural.

Distinción entre filosofía natural y teoría científica

Las ciencias naturales tienden a dar una explicación global de las cosas, y por eso se elaboran en forma de «teorías científicas». Pero la teoría científica, si bien acude a ciertos principios universales (por ej., el principio de gravitación), no se confunde con la filosofía:

a) las teorías de las ciencias experimentales se expresan en un lenguaje matemático, pues su objeto formal es fisicomatemático y no esencial;

b) las teorías suelen presentarse como explicaciones de un conjunto de fenómenos. Esas explicaciones, de todos modos, son parciales, pues afectan sólo a un aspecto, a un «corte» de la realidad;

c) las teorías físicas suelen plantearse desde el punto de vista de la causalidad material, mientras que la filosofía natural busca comprender la esencia y la finalidad de las cosas.

De aquí algunas consecuencias metodológicas:

a) la filosofía de la naturaleza argumenta en función del conocimiento esencial de las cosas. Así, se pregunta *qué son* las cosas (qué es el tiempo, el espacio); cuáles son los *modos de ser* primarios; si hay o no entidades individuales; qué tipo de unidad tienen las cosas o el universo, etc. En algunos casos las ciencias pueden adoptar una posición convencional sobre estas cuestiones (por ej., asumiendo como individuos ciertas entidades), pero esto no significa resolver los problemas ontológicos reales. En cualquier caso, la filosofía reflexiona críticamente sobre esos presupuestos últimos de las ciencias, reales o presuntos, argumentando con razones sobre su verdadero alcance;

b) la filosofía de la naturaleza estudia los aspectos más universales del mundo físico, sin descender a los detalles, sobre los cuales tienen competencia las ciencias. Por ejemplo, la filosofía natural estudia la cualidad sensible, pero no el color o la luz u otras cualidades específicas;

c) las ciencias experimentales realizan predicciones físico-matemáticas, que sirven de criterio de verificación de sus conclusiones. La filosofía natural se remite a la evidencia inteligible de sus propias argumentaciones, siempre en sintonía con los hechos.

4. FILOSOFÍA DE LA NATURALEZA Y CIENCIAS EXPERIMENTALES

Ya hemos considerado las diferencias de objeto y método entre ambas ciencias. Aquí haremos notar sus relaciones positivas, ya que a ciertos niveles es posible un diálogo interdisciplinar entre ambas ciencias, visto que la realidad que se trata de conocer es, en definitiva, la misma. Este diálogo ayuda a superar la excesiva especialización y las limitaciones inherentes a las diversas perspectivas científicas. Hoy esta tarea parece aún más importante, pues la visión del mundo que suele tenerse es la que dan las ciencias o, en ocasiones, las interpretaciones no siempre correctas que algunos autores dan de esas ciencias.

Es necesario ante todo, discernir el valor de verdad de las explicaciones físico-experimentales. El valor del conocimiento

científico-experimental es tema de controversias, sobre todo cuando se pretende obtener una imagen demasiado simple de las ciencias acomodada a ideas filosóficas preconcebidas. Las interpretaciones oscilan entre un *realismo ingenuo* (todo lo que las ciencias contienen de válido responde directamente a la realidad) y un *instrumentalismo total* (las ciencias sólo son «instrumentos» pragmáticos para operar en el mundo, sin algún valor de verdad). No podemos entrar aquí al examen de un problema tan amplio, objeto de la filosofía de la ciencia. Baste apuntar brevemente que las ciencias proporcionan un conocimiento verdadero del mundo, aunque eso no significa que todos sus enunciados, leyes y teorías reflejen sin más la realidad, pues en algunos casos la lógica humana introduce construcciones convencionales, esquematismos, hipótesis, imágenes parciales o conceptos matemáticos cuyo valor real es difícil de determinar. Sólo la filosofía pretende hablar del ser real como tal, y por eso las teorías científicas, si se han de comparar con la realidad en profundidad, necesitan de una interpretación filosófica.

Podemos resumir las relaciones entre la filosofía de la naturaleza y las ciencias experimentales en los puntos siguientes:

a) ambos saberes, con las diferencias apuntadas, coinciden en proporcionar conocimientos verdaderos de la naturaleza material;

b) las ciencias experimentales ayudan a la filosofía de la naturaleza en varios aspectos: aportan conocimientos detallados acerca de las cosas materiales, mostrando cómo ciertas convicciones del conocimiento ordinario son, en ocasiones, sólo hipotéticas o incluso erróneas;

c) la filosofía de la naturaleza permite plantear una adecuada interpretación de las conclusiones científicas y del valor de verdad de las grandes teorías científicas. Precisamente el enfoque filosófico ayuda a que la ciencia sea consciente de sus límites, a que el científico contemple la realidad completa, a que evite caer en especulaciones fantasiosas (a las que algunos acuden, no raramente, cuando hay lagunas filosóficas);

d) en algunos temas concretos, las ideas filosóficas pueden alentar las investigaciones científicas, como de hecho ha sucedido históricamente y como hoy reconocen muchos filósofos de la ciencia (por ej., se llega a la teoría atómica actual

a partir de especulaciones filosóficas sobre la constitución de la materia).

Existe, pues, una *autonomía relativa* entre estos dos saberes. El método filosófico no produce de por sí descubrimientos científicos, y la metodología de las ciencas no sirve para la filosofía. Históricamente no han faltado las confusiones, y precisamente por eso es necesario que los investigadores conozcan sus propios límites y eviten extrapolaciones indebidas. Y al mismo tiempo, se da una *unidad analógica del saber:* la verdad filosófica no puede contradecir a la científica, ni viceversa, y ambas se complementan. La unidad del ser exige que estas ciencias y la filosofía se complementen, evitando unilateralismos inadecuados y polémicas mal planteadas por ignorancia de la materia.

5. Panorama histórico

Es imposible resumir en poco espacio los diversos planteamientos de la filosofía natural a lo largo de la historia. Concentraremos la atención en algunos de ellos que han tenido especial relevancia en el pasado. Las grandes soluciones cosmológicas, en cuanto al contenido doctrinal, serán estudiadas más adelante.

Cosmología griega y medieval

El origen simultáneo de la ciencia y la filosofía se planteó inicialmente en el terreno cosmológico, derivando rápidamente hacia la metafísica. La primera etapa de la cosmología, nacida en la antigua Grecia, está constituida por los *presocráticos,* llamados también *naturalistas* o *físicos* debido a su interés por los problemas de la naturaleza. Entre ellos se debatieron un conjunto de cuestiones sobre el mundo físico, en las que se mezclaban los planteamientos filosófico y científico (por ejemplo, la búsqueda de los primeros elementos de la naturaleza). Con Sócrates y Platón, predominaron los temas antropológicos, éticos y estrictamente metafísicos, si bien Platón poseía una doctrina sobre el mundo corpóreo, que influyó en Aristóteles.

La cosmología griega culminó en *Aristóteles,* quien retomó

las preocupaciones de los «naturalistas». El conocimiento científico de la naturaleza para él constituía una única ciencia, la *Física* o *Filosofía natural,* en la que coexistía el planteamiento filosófico de fondo con los análisis propios de las ciencias particulares. Aristóteles concibió un plan de estudios de la naturaleza, en el que se procedía de las cuestiones más generales a las particulares. El examen filosófico predomina en su obra de la *Física,* para los seres sin vida, y en *Del Alma* para los vivientes. El estudio más especializado de los sectores del universo físico se encuentra en otras obras, como el tratado *Del Cielo y el Mundo* (sobre los astros), *La Generación y la Corrupción* (estudio de la constitución de los cuerpos terrestres, semejante a una química), *Los Metereológicos* (sobre los fenómenos atmosféricos), así como otros escritos biológicos y psicológicos.

El predominio posterior del *platonismo* y su difusión en las Edad Media disminuyeron el interés por los temas naturales. En algunas tendencias extremas, combinadas con el maniqueísmo, se llegó a estimar que el principio del mal era la materia.

El *Cristianismo* indirectamente tuvo repercusiones en la consideración de la naturaleza. La Revelación cristiana llevó siempre a reconocer el valor positivo del mundo corpóreo. Al mismo tiempo, produjo la caída de algunas ideas erróneas de la cosmología griega (eternidad de la materia; necesidad absoluta del mundo; animación de los astros y su determinismo con relación a la libertad humana), lo cual facilitó el nacimiento de la ciencia moderna[4]. Contrariamente a la visión de los antiguos, la doctrina cristiana enseñó la supremacía de la persona humana sobre el mundo material (celeste y terrestre), puesto a su servicio, y esto permitió apreciar el valor del esfuerzo técnico y del trabajo.

Asimismo, el influjo del Cristianismo facilitó que se contemplara la naturaleza como la obra de un Dios creador infinitamente inteligente, y que se admitiera la capacidad del hombre –creado a imagen y semejanza de Dios– para conocer el orden racional de la naturaleza. Esas convicciones, ampliamente difundidas en la Edad Media gracias a la doctrina cris-

4. Cfr. P. DUHEM, *Le système du Monde,* Hermann, t. II, p. 408.

tiana, favorecieron un clima de confianza en la investigación filosófica y científico-experimental acerca de la naturaleza[5].

La entrada del aristotelismo en Occidente en el siglo XIII despertó la atención hacia la naturaleza. Testimonio insigne de este fenómeno son las obras naturales de *San Alberto Magno,* y los estudios físicos en las Universidades europeas desde el siglo XIII en adelante (Oxford, La Sorbona, Padova, Salamanca). *Santo Tomás de Aquino* acoge la filosofía natural de Aristóteles, con las añadiduras de los filósofos árabes, y la incorpora a su propia síntesis metafísica, a la vez que elimina las falsas interpretaciones que se oponían a la fe cristiana.

En los siglos XIV y XV el aristotelismo *averroísta* latino, en una línea paganizante, se aferró muy literalmente a la concepción aristotélica del universo y a la ciencia antigua, provocando el desprestigio del peripatetismo en los medios intelectuales donde estaba naciendo la nueva ciencia. Aristóteles llegó a ser para los averroístas una autoridad científica absoluta, lo cual les llevó a no admitir los nuevos progresos científicos. Este mismo motivo les hizo separar drásticamente la fe cristiana de la razón (que creían representada por el Estagirita).

Epoca moderna

Las *ciencias modernas* (física, química, biología) se desarrollan con vigor desde los siglos XVI y XVII, gracias al avance del método experimental y a la aplicación de las matemáticas al estudio de los fenómenos físicos. Pero no surgen bruscamente, sino en continuidad con las investigaciones físico-matemáticas del siglo XIV y, por tanto, con la tradición científica greco-medieval. Además, la ciencia experimental moderna nace en el ámbito de una filosofía cristiana y gracias

5. Cfr. S. JAKI, *The Road of Science and the Ways to God,* The University of Chicago Press, Chicago 1978. Jaki ilustra ampliamente su tesis de que la ciencia experimental nació sistemáticamente en el siglo XVII gracias a la «matriz cultural cristiana» que le proporcionó los presupuestos filosóficos necesarios, mientras que en las diversas culturas paganas se dieron sucesivos «abortos» de las ciencias experimentales en germen. Cfr. también del mismo autor, *Science and Creation,* Scottish Academic Press, Edimburgo 1974.

a su impulso, como se comprueba en los textos de los grandes científicos de la época (Kepler, Galileo, Newton)[6].

La «nueva ciencia» surgida en los siglos XVI y XVII no iba acompañada de una comprensión adecuada de sus propios métodos, y en ocasiones se presentó equivocadamente como una nueva filosofía natural que venía a sustituir a la antigua. En las polémicas con el aristotelismo intervinieron muchos elementos: no se distinguía entre la ciencia y la filosofía; algunos peripatéticos no consiguieron desprenderse de una concepción ya caduca del universo físico. Al mismo tiempo, la ciencia clásica no pocas veces estuvo unida a concepciones filosóficas inadecuadas (el mecanicismo)[7], que más adelante serían sometidas a críticas. Trataremos con más detalle acerca de este tema al final del libro.

En la *filosofía moderna* de estos siglos se pasa de una visión mecánica y matematizante del mundo físico (Descartes) al subjetivismo trascendental de la crítica kantiana, en donde las conquistas de la nueva física se interpretan en función de categorías *a priori* del pensamiento y pierden su raigambre realista.

Con el romanticismo y la filosofía idealista, la naturaleza es vista como un todo orgánico y vital, en oposición al mecanicismo newtoniano (por ej., Goethe, Schelling, Hegel). Esta actitud, a veces más poética que filosófica, llevó a interpretaciones fantasiosas y arbitrarias de los conocimientos científicos, y provocó un alejamiento de la filosofía respecto de los hombres de ciencia (una consecuencia de esta actitud se encuentra, por ejemplo, en la filosofía de la naturaleza marxista de Engels, o en evolucionismos vitalistas como el de

6. El conflicto de Galileo con la Iglesia, aun sin minimizarlo, ha sido muy exagerado y a veces explotado ideológicamente. La tesis heliocéntrica había sido ya propuesta por el sacerdote polaco Copérnico, en su obra *De revolutionibus orbium caelestium* (1543), dedicada al Papa Pablo III, quien la recibió bien (esta obra, en cambio, fue duramente criticada por Lutero). A Galileo se le pidió tan sólo que enseñara esa tesis como una hipótesis. Su presunta desobediencia a esa prescripción motivó su condena en 1633. Cfr. S. DRAKE, *Galileo at Work*, The Univ. of Chicago Press, Chicago 1978. Ver también, una serie de artículos en la revista *Cultura et Libri*, Verona, 1984, 4, pp. 197-231.

7. Cfr. S. JAKI, *The Relevance of Physics*, The Univ. of Chicago Press, Chicago 1966, cap. II.

Spencer). Contra estos excesos, se observa en el siglo pasado una reacción contraria en los ambientes científicos, cristalizada en el *positivismo* (Comte, Stuart Mill, Spencer) y el *cientismo* (Renan). Sólo las ciencias experimentales podrían estudiar válidamente la naturaleza. La filosofía es vista como una empresa ilusoria abocada al fracaso. El único método científico es describir matemáticamente los fenómenos regulares *(fenomenismo)*, y contentarse con proponer hipótesis explicativas, sin valor ontológico.

Desde el siglo pasado hasta nuestros días observamos una doble tendencia en el ámbito cultural y científico. Por una parte, el *naturalismo* ve al hombre como una accidente más de la naturaleza, que debe ser estudiado sólo con métodos físicos. Por otro lado, los *espiritualismos* y *humanismos* insisten en la supremacía del hombre sobre la naturaleza física y en la necesidad de estudiarlo con métodos más adecuados.

Ambas posiciones, sin embargo, suelen dejar el estudio de la naturaleza exclusivamente a cargo de las ciencias positivas. Además, en períodos recientes, el mundo visto por las ciencias suele considerarse unilateralmente como un conjunto de fuerzas puestas a disposición del hombre, como si no existieran principios naturales intrínsecos (visión *tecnológica* de la naturaleza). No han faltado rebrotes naturalistas, si bien parciales –como en algunos movimientos ecologistas–, que buscan salvar los bienes naturales ante un control tecnológico indiscriminado.

Los movimientoss *ecologistas,* ya existentes en el siglo pasado en EE.UU., y fuertemente radicalizados en los últimos decenios, tienen diversas filiaciones ideológicas y aun políticas. Hay un aspecto positivo en estos movimientos, y es el de subrayar el valor intrínseco de la naturaleza y hacer ver que el dominio del hombre sobre los seres inferiores debe realizarse con mesura, según el orden natural, pues de lo contrario sus efectos son nocivos. Pero en muchos casos a esto se añade una falta de comprensión de la dignidad de la persona humana y de su superioridad esencial sobre las especies animales y la naturaleza física, cuya existencia está al servicio del hombre.

La situación renovada de las ciencias experimentales de nuestro tiempo supone un nuevo y poderoso estímulo para la

filosofía natural. No han faltado intentos de dar nuevas bases a la filosofía natural, aunque por lo general no han conseguido una consistencia suficiente[8].

La renovación del *tomismo* trajo consigo una revitalización de la filosofía natural aristotélico-tomista. Dejando de lado aspectos científicos caducos, muchos tratadistas persiguieron el objetivo de mostrar que los principios filosófico-naturales de inspiración aristotélica poseen una validez perenne capaz de responder a los problemas filosóficos suscitados en nuestros días.

Existen discrepancias, en el ámbito tomista, acerca del valor cognoscitivo de las ciencias experimentales. Algunos autores (Maritain, Simard, Amerio, De Konink)[9], sostuvieron una interpretación poco favorable al realismo cognoscitivo de las ciencias positivas; sólo la filosofía penetraría, en su opinión, en las estructuras ontológicas del mundo físico. Para otros, en cambio, como Hoenen o Selvaggi[10], las ciencias aportarían una visión realista del mundo, que merece ser tenida seriamente en cuenta por la filosofía de la naturaleza. La primera posición separa excesivamente la filosofía natural de las ciencias particulares; la segunda corre el riesgo opuesto.

Más allá de estas polémicas, hoy existe una mayor conciencia crítica del valor de las construcciones científicas, a la vez que se reconoce su relevancia con relación a la filosofía. Los problemas son complejos y se han de estudiar caso por caso, sin posiciones *a priori* o indebidamente generalizadas.

8. Por ej. E. MAY, *Filosofía natural*, FCE, México 1975 (original de 1949), y N. HARTMANN, *Philosophie der Natur*, Walter de Gruyter, Berlín 1950.

9. Cfr. J. MARITAIN, *Filosofía de la naturaleza*, Club de Lectores, Buenos Aires 1967, pp. 54-57.

10. Cfr. F. SELVAGGI, *La ricostruzione della filosofia tomistica della natura nell'opera del P. Petrus Hoenen*, en *L'uomo e il mondo nella luce dell'Aquinate*, vol. VII de «Atti del VIII Congresso Internazionale Tomista», Ed. Vaticana, Ciudad del Vaticano 1982, pp. 325-333; M. VIGANO, *Un malinteso tragico: la filosofia della natura di Jacques Maritain, ibid.*, p. 334-341.

PRIMERA PARTE

LA ESTRUCTURA ESENCIAL DE LOS ENTES CORPOREOS

Capítulo I

LA MUTABILIDAD DEL SER CORPOREO

La filosofía de la naturaleza comienza por el estudio del *devenir* de los seres corpóreos, que es su primera manifestación fenoménica, para determinar cómo las cosas materiales, a pesar del flujo continuo a que están sometidas, son entes reales. El movimiento nos revela además los diversos aspectos que entran en la constitución de los cuerpos. Se puede pasar así al examen de su naturaleza: primero se verá el problema de la *substancialidad* corpórea, vinculado al conocimiento de las determinaciones *accidentales* de los cuerpos, en una primera aproximación; se analizará luego la composición de *materia* y *forma,* estructura metafísica fundamental de la esencia de los cuerpos. Veremos, por último, otras composiciones derivadas, que dan lugar a las substancias más complejas. El estudio de las propiedades de los cuerpos se aborda en la segunda parte de este libro [1].

1. El problema del devenir

La filosofía de la naturaleza suele tomar como punto de partida un primer análisis del movimiento de los cuerpos, No es el único modo posible de enfrentarse filosóficamente ante

1. A lo largo del texto haremos referencias a algunas cuestiones científicas y también a posiciones históricas de la filosofía natural (en particular, el mecanicismo y el dinamismo). Reservamos dos capítulos finales de este libro para un estudio más unitario de estos temas. El lector puede útilmente consultarlos por anticipado, para una mayor comprensión de ciertos puntos de los capítulos siguientes.

el mundo material: éste se nos presenta como un conjunto de cuerpos, diversificados numérica y específicamente, en continuas interacciones y constituyendo una maravillosa armonía cósmica. Estas características (multiplicidad, armonía, actividad) dan pie al inicio de la filosofía natural. Pero históricamente el primer problema que se planteó fue el de las continuas transformaciones del cosmos; por aquí empezó la filosofía presocrática, que desembocó en los grandes análisis metafísicos de los clásicos. Y éste es todavía un modo claro y pedagógico para empezar, que se revela fecundo. Partimos de algo observable y que, en principio, afecta a todos los cuerpos: el devenir *(fieri,* hacerse), el flujo constante o «vaivén» de los fenómenos naturales.

El mundo material es esencialmente mudable, está en continuo devenir. Sólo la mirada superficial y momentánea nos ofrece un mundo estático, o de cosas que sólo se mueven localmente. El paso del tiempo manifiesta que la mutación afecta profundamente a todos los entes corpóreos (por ahora, entendemos como sinónimos los términos *cambio, movimiento,* etc., sin referirnos exclusivamente al cambio de lugar). Ninguna de las cosas de este mundo permanece siempre igual, ni dura para siempre: todo se desgasta, se corrompe, acaba destruyéndose, mientras innumerables seres están naciendo en todas partes[2]. En el período más o menos largo que dura cada cosa en su ser, la vemos sometida a constantes transformaciones. Aun cuando vemos que todo el cosmos es armónico y estable, conocemos también su precariedad, y no sabemos cuánto tiempo puede permanecer en su estructura presente. Todo esto nos revela una característica sorprendente del mundo material como un todo, y de cada ente corpóreo en particular: la *mutabilidad,* que es falta de estabilidad o de «reposo» en el ser, pues el cambio es un cierto paso del ser al no-ser y viceversa. Aristóteles caracterizó al ente corpóreo como el *ens mobile,* el ente móvil, inquieto en el ser[3].

2. Para el punto de vista fenomenológico en que ahora presentamos estas afirmaciones, no tiene importancia si en el universo hay o no entidades indestructibles (sobre lo cual nada se sabe con certeza).

3. Cfr. J.M. PETIT, *El concepto de «movilidad» requerido para una fundamentación de la filosofía de la naturaleza*. En *L'uomo e il mondo,* cit., pp. 308-314.

Estas consideraciones plantean el *problema filosófico de la mutabilidad, que consiste en la aparente oposición del ser y el devenir.* Las ciencias particulares a su propio nivel, y la filosofía natural con su enfoque específico, pueden analizar los diversos tipos de cambio, sus causas, su sentido, su regularidad. Pero hay un problema filosófico previo, que los filósofos antiguos sintieron agudamente, y que todavía está vigente: el *fieri* parecería excluir el *esse*. Lo que *es,* en la medida en que *es,* no cambia (cambiar es dejar de ser); lo que se transforma, mientras se transforma, *no es*. Si el mundo entero fuera un perpetuo flujo, parece que no podríamos hablar de *entes*, de cosas, sino de procesos, de puro devenir. Históricamente se han dado dos grandes respuestas a esta cuestión:

a) *Las filosofías del devenir hacen del «fieri» el principio supremo de la realidad cósmica.* Nada es estable, y por tanto, nada *es* propiamente; de ninguna cosa podemos decir que verdaderamente *es esto* o *aquello,* porque en el fondo es un puro proceso. El *ser* sería a lo más un momento transitorio, una etapa fugitiva del movimiento general. Esta postura fue sostenida en la antigüedad por Heráclito, y en la época moderna fue renovada –aunque de otro modo, mucho más complejo– por Hegel, Bergson y en general, por los filósofos historicistas[4].

b) *Las filosofías del «ser» buscan, por el contrario, fundamentar el cosmos en el ser,* en algún principio de inmutabilidad que dé consistencia a las cosas. Un primer intento fue el de *Parménides,* el filósofo del «ser rígido», como algunos le han llamado. En respuesta a Heráclito, para Parménides el devenir sería sólo una apariencia de los sentidos, como una ilusión. La inteligencia nos dice que «lo que es, necesariamente es» (principio de no-contradicción), y esto excluye la posibilidad del cambio. Lo que es no puede dejar de ser; a su vez, lo que no es, no puede producir el ser. Por consi-

4. H. BERGSON reaccionó contra el mecanicismo con razón, pero no acertó en la parte positiva de su filosofía (puede verse, p. ej., su obra *La pensée et le mouvant,* Alcan, París 1934); sobre Bergson, un buen estudio crítico es el de J. MARITAIN, *La philosophie bergsonienne,* Téqui, París 1948. En esa línea –y también con serias dificultades– se situó A. N. Whitehead *(Process and Reality,* Harper, Nueva York 1929).

guiente, lo único real es el *ente,* inmutable y único de modo absoluto. El cambio se rechaza porque sería contradictorio.

Platón admitió que el mundo sensible está en continuo devenir, como quería Heráclito, pero para satisfacer la exigencia del intelecto señalada por Parménides afirmó que existía un mundo de las *Ideas,* en el que no había procesos, sino *ser* verdadero y necesario. Por ejemplo, las matemáticas nos revelan un mundo inteligible de entidades inmóviles: ese mundo de Platón no era una abstracción de la mente, sino que existía verdaderamente fuera de este mundo sensible y contingente. Además, para Platón la existencia de *lo que es* fundamenta la posibilidad de la ciencia, que versa sobre lo necesario, lo que no puede ser de otro modo. El puro devenir haría imposible la certeza científica, que se apoya en el ente.

Aristóteles rechazó la solución platónica, explicando cómo el movimiento de las cosas naturales es compatible con su carácter de entes, y esto posibilita el estudio científico de la naturaleza. La explicación aristotélica exige el estudio de los *modos de ser,* para determinar qué tipo de ente es el *ens mobile.* Es lo que haremos en los siguientes apartados.

2. ANÁLISIS FILOSÓFICO DEL CAMBIO[5]

La filosofía de Aristóteles y de Santo Tomás es una *filosofía del ser,* pero no del «ser rígido», sino del ser analógico, que reconoce diversas modalidades. Las cosas materiales son verdaderamente entes, pero están sometidas a transformaciones, a pérdidas y ganancias en el orden del ser. Eso significa una *deficiencia* ontológica, y en último término se explica por la dependencia causal de un *Ser Inmutable,* que es Dios. Si únicamente existiera el mundo material, la realidad sería absurda e inexplicable, pues sigue siendo verdad que en este mundo tode se genera y perece. Las exigencias de inmutabilidad y de *ser absoluto* de Parménides y Platón tienen algo de verdad, y se realizan supremamente en Dios (de otro modo,

5. Para todo este tema, cfr. ARISTÓTELES, *Física,* III, 1-3; *Metafísica,* XI, 9 y 11-12; junto con los comentarios de Tomás DE AQUINO, *In Phys.,* III, 1-5; *In Metaphys.,* XI, 9 y 11-12.

dentro de los límites de las criaturas, también en los entes espirituales).

La fundamentación de la mutabilidad del mundo en el Ser inmutable se estudia en teología natural (1.ª y 3.ª vías para probar la existencia de Dios). En filosofía natural nos limitamos al análisis del movimiento en sí mismo, con relación al carácter de ente de las cosas corpóreas. Recordemos que aquí hablamos de «movimiento» en el sentido de cualquier cambio progresivo y no, como sugiere el término, sólo del traslado local.

Elementos del movimiento

Distinguimos en primer lugar algunos aspectos que intervienen en el movimiento:

– el *móvil:* es decir, el sujeto que se está moviendo, como el ave en el vuelo, o el agua que se va calentando;

– el *término «a quo»* del movimiento, o punto de partida: para una trayectoria local ese término es el sitio preciso donde el movimiento empieza; si un individuo empieza a estudiar, el punto de partida es la ciencia que posee antes de aprender cosas nuevas;

– el *término «ad quem»* o punto de llegada: el lugar donde se detiene un tren, o la ciencia nueva que se adquiere estudiando;

– el *movimiento* mismo, o proceso intermedio entre el punto de partida y el de llegada: el proceso de edificación de una casa, el crecimiento de un viviente.

Tipos de cambio

Antes de entrar en un examen más profundo, señalaremos las diversas modalidades del cambio:

a) *cambio substancial,* cuando una substancia deja de ser la que era, y se transforma en otra distinta: la muerte de un viviente, una descomposición química, la desintegración atómica;

b) *cambio accidental,* cuando una substancia, permaneciendo ella misma, sufre ciertas modificaciones. Según esto tenemos:

– *alteración,* o cambio cualitativo: por ej. una fruta que cambia de color.

– *cambio cuantitativo,* como el crecimiento o la disminución: el crecer de un árbol, o el adelgazar del organismo;

– *cambio local,* que es el desplazamiento de un lugar a otro.

Cambio (en griego, *metabolé;* en latín, *mutatio)* es un término genérico, que abarca muchas variedades específicas. *Mutación, transformación, modificación* suelen indicar cambios intrínsecos, excluyendo el movimiento local. *Movimiento* (en griego, *kínesis;* en latín, *motus)* puede tomarse como sinónimo de cambio, pero normalmente no se aplica al cambio substancial; propiamente connota *sucesión* paulatina en el cambio, y por eso se excluye este término para los cambios instantáneos; en un sentido aún más estricto, indica sólo el cambio local.

Los principios del cambio[6]

Entremos ahora en un primer análisis del proceso de mutación. En primer lugar, nos interesa determinar los principios intrínsecos que explican el cambio. Esos principios son tres: el *sujeto,* la *forma* y la *privación.*

a) *En todo cambio hay un sujeto que sufre una modificación:* en una trayectoria, el sujeto es el móvil que abandona la posición A y adquiere la posición B. «Lo que cambia» es propiamente el sujeto: cuando una hoja de árbol pasa del color verde al amarillo, lo que se altera no es el color, sino la *hoja,* y su cambio estriba precisamente en que pierde un color y adquiere otro.

El sujeto en devenir pierde y gana ciertas determinaciones, y esto es señal de que «puede» adquirir y poseer esas determinaciones, a las que llamaremos *actos:* 1) antes de recibir un acto, decimos que el sujeto *está en potencia* respecto de él, porque puede adquirirlo: por ej. el niño está en potencia de ser un hombre maduro; 2) una vez que lo ha recibido y está en posesión de ese acto, decimos que su potencialidad está «actuada» –es decir, no privada del acto al que se orde-

6. Cfr. ARISTÓTELES, *Física,* I.

na–, pero no por eso ha desaparecido, como un recipiente lleno de líquido sigue manteniendo su capacidad receptiva.

b) *En todo cambio hay una forma que se adquiere:* no habría cambio si no se adquiriera algo nuevo, una determinada perfección que se suele denominar «forma» (y que, por su oposición a la potencia, se llama también «acto»). Así, el proceso de esculpir una estatua se orienta a la posesión de la forma definitiva que adquiere la estatua: el sujeto en este caso es el mármol, que poco a poco se va configurando, cambiando de estructura, hasta que por fin adquiere la forma, por ej., del discóbolo, y entonces el movimiento cesa. La forma es el término *ad quem* del movimiento, su finalidad intrínseca; pero cuando está presente la forma, ya no hay movimiento.

Podría objetarse que hay cambios en los que el término *ad quem* es más bien la pérdida de una forma, como ocurre con un proceso de destrucción o la muerte de un viviente. En realidad, en los cambios siempre se adquiere una nueva forma, porque una cosa modificada necesariamente se transforma en otra distinta. El cambio se produce entre «contrarios», entre formas contrarias o incompatibles entre sí: la entrada de una comporta la eliminación de la anterior.

Este esquema general debe matizarse en los diversos tipos de cambio. En los cambios substanciales y en algunas alteraciones, el proceso es sin más tal como se ha descrito. En los cambios locales se adquiere un nuevo «sitio» o «lugar» –lo que exige el abandono del lugar anterior–, pero sólo impropiamente podemos llamar «forma» al estado en un lugar, que es un hecho extrínseco.

En las alteraciones, ocurre muchas veces que el cambio no consiste propiamente en la adquisición de una nueva forma o acto, sino tan sólo en la intensificación o debilitamiento *(intensio* y *remissio)* de un mismo acto: por ej., el agua que se calienta de 10 a 20 grados, no adquiere ninguna forma nueva, sino que intensifica su temperatura, que es un único acto. Lo que llamaríamos «forma» anterior, incompatible con la nueva (el hecho de tener una temperatura X, que exige no tener una temperatura distinta o no-X), no es más que un diverso estado intensivo de esa cualidad.

c) *En todo cambio el punto de partida es una privación de forma:* la «privación» constituye el tercer principio intrínseco del cambio. El movimiento consiste en un paso hacia un nuevo modo de ser, que antes no se tenía; por tanto, cualquier movimiento supone un tránsito de un estado en que un sujeto carece de un acto, a un estado en el que dicho acto se posee. El momento de carencia es el término *a quo* del movimiento, y en él todavía no hay movimiento: mientras alguien ignora, todavía no está en proceso de aprender, proceso que le llevará a la ciencia; cuando empieza a aprender, se sitúa en un estado intermedio entre la ignorancia y la ciencia, que es precisamente el movimiento.

En esquema, se podría decir que, bajo un común sujeto S, el movimiento consiste en el paso de una privación no-A, a una forma A:

$$\frac{\text{No-A}}{\text{S}} \rightarrow \frac{\text{A}}{\text{S}}$$

Naturalmente, la privación como tal es un ser de razón, es decir, no «es» ninguna realidad positiva. Pero evidentemente es una realidad «negativa», pues carecer de una perfección es una situación real.

Por otra parte, la privación no es la pura nada, sino que es la carencia de una perfección que un sujeto puede tener. Esto significa que el sujeto de la privación debe tener la potencia de poseer la forma de la que se priva. Por eso, en una alteración de negro a blanco, el sujeto que recibirá la blancura al principio del movimiento está privado de ella (podemos llamar a esa privación el ser «no-blanco»), pero evidentemente está en potencia de volverse blanco.

Solución de las posiciones extremas

Estas precisiones son necesarias para resolver las cuestiones vistas anteriormente en las que se llega a tesis extremas a causa de un análisis defectuoso del cambio:

a) *filosofías del devenir:* el «hacerse» o *fieri* en las cosas debe interpretarse en función de su *ser*. Un cambio «puro», como sostienen estas doctrinas, es ininteligible: en las cosas que se mueven hay elementos estables, como son el sujeto

permanente, el término inicial y la forma que se adquiere al final. En el mundo todas las cosas materiales se mueven, pero también hay estados permanentes, situaciones de quietud, en las que los entes gozan de la posesión de una forma: un hombre, mientras está en vida, es hombre establemente. La movilidad no destruye el ser, aunque le da una situación precaria (es corruptible); pero también es una cierta perfección, porque gracias a ella el ser material puede perfeccionarse.

b) *Parménides:* su filosofía consideraba erróneamente que el movimiento era un paso del *no-ser* absoluto al *ser absoluto,* paso que lógicamente es imposible (salvo en la *creación «ex nihilo»,* que no es un cambio). En realidad, el cambio se produce a partir del *ente potencial* o, si se quiere, de un no-ente *secundum quid* (esto es, de la privación, que no es la nada absoluta). El cambio no es contradictorio, sino sólo tránsito entre opuestos; el principio de no-contradicción exige que algo no pueda ser y no ser *al mismo tiempo* y en el mismo sentido, pero no se opone al paso del ser potencial al ser actual.

3. Naturaleza del movimiento

La definición aristotélica

El análisis del movimiento permite comprender la clásica definición de Aristóteles: *el movimiento es el acto del ente en potencia, en cuanto está en potencia*[7]. La definición se refiere exclusivamente al movimiento en sentido estricto, es decir, al cambio sucesivo y continuo (y no a los tránsitos instantáneos de un término a otro). Y expresa de forma muy precisa la realidad del movimiento en función de dos elementos que han aparecido en el análisis precedente: el acto y la potencia.

Esta definición señala que el movimiento es un tipo de «acto» peculiar, intermedio entre la potencia y el acto propiamente dicho. En el mundo hay cosas que están en acto (una casa construida), y otras que están en potencia (el conjunto de ladrillos que son una casa en potencia), pero existe un tipo

7. *Física,* III, 1 (201 a 10).

de realidad intermedia, que «procede» de la potencia al acto, sin ser ninguna de las dos (la casa en construcción): ésta es la realidad fluyente del movimiento. El móvil está a la vez en acto respecto a la potencia parcialmente actualizada, y todavía en potencia respecto del término a que se ordena, que es el acto perfecto. El movimiento es como una mezcla de potencia y acto, o acto en flujo.

Los términos de esa definición se explican, pues, del siguiente modo:

– *acto:* el movimiento es un cierto acto. Pero no es un acto «quiescente» o estático, pues no es una perfección poseída sin más. Es un acto «en flujo», un proceso de *actualización,* una *vía ad actum.* Lo llamamos acto en sentido restringido, por derivación de los actos plenos o formalmente poseídos:

– *de lo que está en potencia:* el movimiento sólo puede afectar a un ente potencial, que carezca de una propiedad; por eso el movimiento es una manifestación de imperfección, aunque al mismo tiempo constituya un proceso de perfeccionamiento;

– *en cuanto está en potencia:* el móvil posee otros actos –el ladrillo, en cuanto ladrillo es algo en acto–, pero el movimiento le sobreviene en lo que tiene de potencial: el ladrillo pasa al proceso de edificación, en cuanto es potencialmente parte de una casa. «El movimiento no es acto del bronce en cuanto es bronce, sino en cuanto es potencia en orden a una estatua: de lo contrario, todo lo que fuera bronce se movería[8].

> Las siguientes palabras de Santo Tomás explican esta definición: «Algunas cosas están solamente en acto, otras solamente en potencia, y otras se encuentran en un estado intermedio entre la potencia y el acto. Lo que está sólo en potencia, aún no se mueve; lo que está en acto perfecto, tampoco se mueve, pues ya se movió. *Se mueve lo que se encuentra en un estado intermedio entre la pura potencia y el acto, o lo que está parcialmente en potencia y parcialmente en acto.* Esto es evidente en la alteración: cuando el agua

8. Tomás DE AQUINO, *In Phys.*, III, 2 (289).

> sólo es potencialmente caliente, todavía no se mueve; cuando ha sido calentada, el proceso de calentamiento se ha terminado; pero cuando ya participa del calor, si bien imperfectamente, entonces se mueve hacia el calor, pues lo que está calentándose, va participando paulatinamente más y más del calor. Ese acto imperfecto del calor, que se da en lo calentable, es el movimiento»[9].

Santo Tomás expresa lo mismo con otra definición: *el movimiento es un acto imperfecto y de lo imperfecto*[10]. Es un acto *imperfecto* en cuanto al carácter mismo del acto: es un acto que se está «haciendo», está en vías de completarse, pero aún no «es» plenamente. Y se trata de un acto *de lo imperfecto,* porque –como hemos visto– es propio del ente potencial.

Ser y devenir

El movimiento no se opone al ser de modo absoluto: *el movimiento es un modo de ser, un «ser» disminuido que se ordena al ser estable.* En la realidad podemos descubrir un determinado número de *categorías* o modos genéricos de *ser:* substancia, cantidad, cualidad, relación, tiempo, lugar, etc. Estas realidades admiten dos modalidades fundamentales: *ser en potencia* o *ser en acto* (una substancia o una cualidad pueden ser potenciales o actuales). Y además, para algunas cabe un tercer modo, intermedio entre la potencia y el acto: *ser en devenir,* movimiento. La experiencia manifiesta que el movimiento sucesivo afecta a la *cantidad,* a la *cualidad* y a la *situación local* (más adelante se verá que el cambio sustancial es instantáneo).

En definitiva, la *solución aristotélica reconcilia el ser con el devenir,* al hacer intervenir la noción de *potencia,* desconocida para los filósofos del puro flujo o del ser estático. El mundo físico está siempre cambiando debido a sus múltiples potencialidades, pero al mismo tiempo es consistente y tiene la estabilidad del ser, lo cual hace posible conocerlo en sus aspectos universales y necesarios.

9. *Ibid.* (285).
10. *In Metaphys.,* XI, 9 (2305).

4. EL ACTO Y LA POTENCIA

El estudio del movimiento nos ha llevado a descubrir dos modos de ser fundamentales propios de las cosas: «ser en acto» y «ser en potencia». Su estudio completo corresponde a la metafísica; sin embargo, conviene ahora precisar brevemente estas nociones, que aparecerán a lo largo de los temas siguientes[11].

Acto

Ordinariamente llamamos *acto* a las acciones u operaciones que ejecuta un agente (acto de enseñar, acto de correr). En filosofía *se designa con acto cualquier perfección de un sujeto,* como el color de una hoja, la forma de una estatua, la esencia del hombre, o el ser de los entes. Cuando esa perfección no está presente, decimos que el sujeto está *privado* de ella. Acto, por tanto, no es una entidad subsistente, sino una determinación o *modo de ser* que afecta a un ente: en lo creado no hay propiamente actos, sino «entes en acto», o «entes que tienen actos».

La realidad de los actos se refleja gramaticalmente en los verbos (ser, ser blanco, ser músico, ser hombre; correr, estudiar, esperar). Es propio del acto la *posesión presente:* si un hombre es sabio en acto, eso significa que es sabio «actualmente» o en el momento presente, no ayer ni mañana. Interesa notar que acto no implica un simple modo de ser, sino sobre todo el *ser* en sentido más propio: *lo que propiamente es* (en algún sentido: por ejemplo, según la cualidad, o la cantidad), es *en acto;* así, Pedro *es* verdaderamente sabio, cuando es sabio en acto.

El acto como perfección más o menos estable se suele llamar más técnicamente *acto primero,* o *acto quiescente* (en griego, *enteléjeia),* diverso del *acto segundo* (en griego, *enér-*

11. Sobre este tema, cfr. ARISTÓTELES, *Metafísica,* V, 12; IX, 1-10; Tomás DE AQUINO, *In Metaphys.*, V, 14; IX, 1-11: T. ALVIRA, L. CLAVELL y T. MELENDO, *Metafísica,* EUNSA, Pamplona 1982, pp. 79-92; G. M. MANSER, *La esencia del tomismo,* CSIC, Madrid 1953, pp. 267-794 (todo el libro está centrado alrededor del acto y la potencia).

geia), que es la operación. Así pues, *ser blanco* es un acto primero, mientras que pensar o hablar es un acto segundo.

Potencia

En el lenguaje corriente, la potencia (en griego, *dínamis)* indica poder, capacidad de actuar o de realizar operaciones. En filosofía aristotélica, en primer lugar, *se entiende por potencia la capacidad real de recibir un acto.* La potencia, por tanto, incide siempre en un sujeto (no es tampoco una entidad subsistente), sujeto al que precisamente llamamos potencial. La potencia supone que el sujeto carece de un acto (privación), y que a la vez *puede* adquirirlo: su situación es, pues, completamente diversa de la simple privación o ausencia de acto. Así, un niño es potencialmente un hombre maduro, y en cambio, un gato no lo es. Como es obvio, un sujeto en potencia respecto a un acto determinado, es en acto respecto a muchas otras perfecciones que ya tiene (un estudiante puede saber historia actualmente, y sólo potencialmente saber geometría).

Nótese que *la potencia siempre se concibe con relación a algún acto:* «potencia» es siempre «potencia *de* algún acto», implicando una relación intrínseca a algún tipo de actualidad. Como el acto, la potencia también es un *modo de ser,* pero derivado o deficiente: *ser arquitecto* en potencia indudablemente es un modo real de ser, completamente distinto de la carencia de esa potencialidad; sin embargo, *es arquitecto* plenamente sólo el arquitecto actual.

Por otra parte, *la potencia, una vez actualizada, no desaparece, y sigue distinguiéndose del acto.* Así como un vaso lleno de agua sigue teniendo capacidad de tener agua (capacidad que se ha colmado o saturado), del mismo modo un sujeto que antes estaba en potencia de adquirir un acto, al recibirlo sigue manteniendo su situación potencial respecto de dicho acto. Esto implica que sea posible una «composición» de acto y potencia en las cosas: por ejemplo, un lápiz rojo posee al mismo tiempo –aunque no en el mismo sentido– un *acto* que es el color rojo, y una *potencia de rojo,* que es el sujeto que recibe o sustenta el rojo. Evidentemente, ese lápiz rojo no es puro color rojo, sino que en él existe una dualidad real entre *sujeto potencial* y *acto poseído* por ese sujeto. Por

eso, la distinción entre acto y potencia es real, y no meramente de razón, aun cuando un ente haya actualizado una determinada potencialidad suya.

La potencia que hasta aquí hemos indicado es propiamente la *potencia pasiva,* o capacidad de *recibir* un acto que la perfecciona. Existe también una *potencia activa* –que coincide con el sentido más habitual de esta palabra–, o *capacidad de realizar una acción:* por ejemplo, el vidente tiene potencia activa de ver, y aunque no esté viendo en acto, por tener los ojos cerrados, es capaz por sí mismo de realizar dicho acto; o bien, el arquitecto que duerme, tiene potencia activa para construir una casa.

Notemos cómo la *potencia pasiva* se ordena al *acto primero* –acto como perfección–, mientras que la *potencia activa* se relaciona con el *acto segundo* u operación. Además, el paso de la potencialidad pasiva al acto exige una causa (una pared no se blanquea por sí misma, sino que exige un pintor); en cambio, el paso de potencia activa a la operación es causado por el mismo agente (el hombre que puede hablar, pasa a hablar en acto por sí mismo).

Con este estudio de la mutabilidad estamos suficientemente introducidos en los temas de la filosofía de la naturaleza. A continuación comenzaremos a tratar de la estructura de las cosas corpóreas, que la observación de los cambios nos manifiesta progresivamente. Se puede advertir desde ahora que las realidades de la naturaleza no son simples, sino que están dotadas de niveles de composición, como se ha visto al inducir del movimiento la estructura potencia-acto de los cuerpos. Los capítulos sucesivos se ocupan de los diversos tipos de composición de las cosas constitutivos de los entes de la naturaleza.

CAPÍTULO II

LA SUBSTANCIA CORPOREA

1. SUBSTANCIA Y ACCIDENTES

Entramos en el análisis de la primera «complejidad» que manifiestan las cosas sensibles. Observamos que en el mundo hay cosas «independientes», distintas unas de otras. Al mismo tiempo, esas realidades, siendo cada una algo unitario, poseen múltiples aspectos, y constituyen así «unidades dotadas de multiplicidad»: un perro es algo uno, no se confunde con el ambiente que le rodea; pero a la vez tiene numerosas propiedades: blanco, de pequeña estatura, lanoso, delgado, etc. Esos «centros unitarios» son las *substancias corpóreas,* y sus propiedades son los *accidentes.*

La observación de los cambios en las cosas manifiesta la distinción de substancia y accidentes. El fenómeno del cambio es uno de los caminos más claros para diferenciar estos dos aspectos de las cosas sensibles. Los entes materiales sufren ciertas modificaciones, como el traslado de lugar, la mutación de color, el aumento de peso, etc.; sin embargo, no por esto la cosa se convierte en otra realidad distinta: la cosa se conserva en su *substancia,* pero cambia en cuanto a ciertas determinaciones, que son sus *accidentes.* Decimos entonces que esos cambios son *accidentales:* su sujeto –sustrato permanente en medio del cambio– es la substancia, y la determinación adquirida se puede llamar *forma accidental,* o *acto accidental.* Existen también modificaciones más profundas, en las que algo cambia completamente su modo de ser, como sucede cuando ingerimos un alimento y lo asimilamos a nuestra propia substancia. De estos cambios nos ocuparemos más adelan-

te; ahora nos interesa detenernos en la composición substancia-accidentes que revelan las cosas.

La descripción de las cosas corpóreas también conduce a la distinción entre substancia y accidentes. Estas no son nociones puramente técnicas de la filosofía; cualquier persona conoce esta distinción fundamental, y la utiliza en el lenguaje corriente. Una somera descripción del mundo –que debe ser precisada y corregida eventualmente por las ciencias y la filosofía, pero que es perfectamente legítima en su propio orden– pone de manifiesto que estamos rodeados de muchas *substancias,* o «cosas individuales», siendo nosotros mismos una de ellas. Si se nos pide que señalemos esas realidades, indicaremos «unidades autónomas» como un individuo animal o vegetal, un trozo de metal, una porción de agua, una piedra, un grano de arena, etc.

Respecto a los seres inorgánicos, nuestra descripción probablemente se encontraría con algunas dudas: ¿es substancia una montaña, o es un conjunto de substancia?, ¿el océano es una substancia? No cabe duda, al menos, de que en esas realidades a un cierto nivel ha de existir la substancialidad. El problema consiste en determinar si algo es *substancia, parte de* una substancia, o un *conjunto de* substancias. Además, distinguimos con claridad las determinaciones accidentales de una substancia (color, peso, dureza, tamaño, figura) que, sin confundirse con ella, le confieren ciertas peculiaridades. Se advierte fácilmente que la substancia no es simplemente una «suma» o colección de accidentes, sino una realidad profunda que los mantiene armónicamente unidos, constituyendo con ellos un único ente individual.

2. Noción de substancia corpórea[1]

La substancia en general

No es posible definir la substancia en sentido estricto, porque es una realidad primaria, irreductible a otras. Pero sí po-

1. Cfr. Aristóteles, *Metafísica,* V, 8; VII; Tomás De Aquino, *In Metaphys.,* V, 10; VII; E. Gilson, *El ser y los filósofos,* EUNSA, Pamplona 1979, cap. II; R. Jolivet, *La notion de substance,* Beauchesne, París 1929.

demos precisar esta noción, describiendo sus características según lo que muestra la experiencia. Existen tres sentidos principales de substancia, que normalmente van unidos:

a) *Substancia es lo esencial,* lo «central» de una realidad, lo que hace que algo sea lo que es: las cosas no son un conglomerado de notas o características; descriptivamente, podemos determinar cómo es una persona, un animal, o cualquier cosa, dando un elenco de propiedades (por ej., el agua es líquida, transparente, incolora, insípida, etc.), pero es evidente que existe un núcleo indiviso y unitario de esa multiplicidad de propiedades, que otorga a cada cosa su unidad y su «carácter» propio y fundamental. Llamamos a ese núcleo *esencia,* e intentamos expresarlo por medio de la *definición.* La substancia, en este sentido, responde a la preguna «¿qué es esto?» *–quid est?–,* por lo que Santo Tomás suele denominarla el *quid* principal de la cosa, *quod quid est* o «quididad»[2]. En el lenguaje usual muchas veces nos referimos a la esencia con el nombre de «substancia»: por ej., al hablar de «la substancia de un asunto», «lo substancial de un problema», etc.

b) *Substancia es el sustrato de los accidentes:* en este segundo sentido, concebimos a la substancia como el sujeto portador y sustentador de los accidentes, que además permanece mientras los accidentes cambian. Es obvio que esta función compete a la esencia o *quid* principal: el *subiectum* no es algo incognoscible que se oculta detrás de los accidentes exteriores de una cosa, sino una realidad con un contenido positivo e inteligible para nosotros. Así, la esencia «hombre», o la substancia del hombre *(quid* principal), es la raíz en que se apoyan los accidentes *(quid* secundarios) como el color, el peso, o una acción. No hay un «reír» aislado, sino que el «reír» es un acto accidental que se apoya en el sujeto «hombre». El término *substancia* etimológicamente hace alusión a este papel de fundamento de los accidentes: *substancia* viene de *substare,* «estar debajo»[3].

c) *Substancia es lo que subsiste:* aquello a cuya esencia compete ser en sí y no en otro. Llegamos a este tercer sentido a partir del anterior. Los accidentes se apoyan en la

2. *In Metaphys.*, V, 10 (902); VII, 3.
3. Cfr. Tomás DE AQUINO, *De Potentia,* q. IX, a. 1, ad 4m.

substancia, y por tanto *son en otro (in alio):* no son independientes o «subsistentes», sino que su «modo de ser» consiste en «ser en otro». En cambio, la sustancia tiene como propiedad el *subsistere,* el sustentarse en sí misma, al no necesitar de otro fundamento intrínseco en el que apoyarse: su «modo de ser» consiste en *ser por sí, no en otro*[4]. Esta es la noción más propia y adecuada de substancia, de la que dice Santo Tomás que es *res cuius quidditati debetur esse non in alio,* «aquella cosa a cuya naturaleza conviene el no ser en otro»[5]. Naturalmente, eso no significa que la substancia sea absolutamente independiente, en el sentido de no necesitar de otros entes para existir; un animal depende del medio ambiente para vivir, y de la causa que lo ha engendrado. La substancia no es «el ser que no depende de ningún otro para existir», sino aquello que es «en sí mismo», es decir, que no es «en otro».

Aunque este tercer sentido es evidente, puede probarse *per absurdum:* si los accidentes son en un sujeto, es necesario llegar a algo que ya no sea en un sujeto, sino que sea la base de sustentación primera, y esto es la substancia.

De aquí resulta una importante característica, que sitúa a la substancia en el ámbito del ser: *la substancia es el ente en sentido más pleno y completo,* o «lo que principalmente es»[6]. El accidente «es» algo (el color blanco es, sin duda, algo real); sin embargo, propiamente no decimos que un accidente sea una cosa o un *ente* (la estatura no es una «cosa), porque no le compete ser en sentido pleno, sino de modo secundario, en tanto que inhiere en una substancia. El atributo *ser* (que es análogo, es decir, se dice de muchos modos diversos, aunque con un cierto significado común) conviene principalmente a la substancia: lo que *es* propiamente es un hombre, un perro, un árbol, etc., y sólo secundariamente *son* las diversas afecciones que esas realidades sustantivas pueden tener, y que llamamos accidentes[7].

4. Cfr. *ibid.*, q. IX, a. 1, ad 3m.
5. *Ibid.*, q. VII, a. 3, ad 4m.
6. Cfr. ARISTÓTELES, *Metafísica,* VII, 1; Tomás DE AQUINO, *In Metaphys.*, VII, 1.
7. Cfr. Tomás DE AQUINO, *De Ente et Essentia,* cap. 6.

Analogía de la substancia

La noción de substancia es fundamental en filosofía, y concretamente en filosofía de la naturaleza, uno de cuyos cometidos es identificar las substancias en medio de las complejas estructuras de la materia, cosa no siempre fácil de conseguir. Importa desde el primer momento saber que la noción de substancia es *analógica:* no cabe dar una definición estrictamente unívoca de substancia, y pretender luego aplicarla a todas las realidades que encontremos.

Esa analogía ya se advierte en esos tres significados primarios que dábamos de la substancia: la misma realidad que es la esencia, es el sujeto de los accidentes y aquello que subsiste. La substancia puede subsistir por sí misma por su carácter de esencia, que le otorga una particular «fuerza» para ser en sí: el *quid* «color» no puede subsistir, mientras que el *quid* «hombre», sí.

Además, si la substancia es sobre todo aquella esencia que puede subsistir, por poseer una «suficiencia ontológica», es claro que *habrá tipos muy diversos de substancias, en la medida en que los modos de subsistir varíen.* Esto se observa a simple vista, pues mientras es muy fácil determinar las substancias entre los animales, y en general, entre los vivientes, resulta más difícil hacerlo en el mundo mineral, en el que predominan los estados de mezcla y agregación y en el que la substancia parece como si se difuminara (especialmente en los estados líquido y gaseoso). Sabemos que en estos casos «debe haber» una o varias substancias, pero es más costoso identificarlas, pues su substancialidad es menor, y no se manifiesta claramente a la experiencia ordinaria. Este es un aspecto importante de la analogía de la noción de substancia.

Comparación con otras nociones

Los términos que estamos manejando –substancia, esencia, ente, cosa– se estudian más a fondo en metafísica. Aquí interesa precisarlos de algún modo, para evitar confusiones, y para relacionarlos con el estudio de la naturaleza física:

a) *ente:* indica «lo que es»; normalmente, todo *ente* es *substancia,* aunque «ente» connota el acto de ser, mientras que «substancia» connota el *substare* y el *subsistere,* como ya

explicamos. De todos modos, hay realidades que «son», y no son substancias (los accidentes), a las que se puede llamar *entes,* aunque con menos propiedad, pues la substancia es el ente en sentido principal;

b) *cosa:* es un modo vago de referirse al *ente;* por eso, de ordinario toda *cosa* es *substancia.* En el lenguaje común, *cosa* suele significar el individuo substancial que no es de naturaleza espiritual, contraponiéndose a *persona;*

c) *esencia:* hemos visto que coincide con la noción de substancia. Sin embargo, *esencia* indica siempre a la substancia como «parte» contrapuesta a los accidentes, mientras que *substancia* incluye el todo. La esencia es «aquello por lo que algo es lo que es». Al hablar de un objeto cualquiera, por eso, no decimos que «es una esencia», sino que tiene una esencia, mientras decimos que es una substancia. La esencia, además, se refiere también a realidades no substanciales: por ej., la esencia del número, de una virtud, etc.;

d) *individuo:* normalmente señala la substancia singular. Pero hay realidades individuales no substanciales (*esta* mano, *este* color);

e) *supuesto* (en latín, *suppositum;* en griego, *hipóstasis):* designa la substancia concreta o individual. Si el supuesto es de naturaleza espiritual, se llama *persona;*

f) *fenómeno:* etimológicamente es «lo que aparece», manifiesto a los sentidos. A veces indica un evento (por ej., una reacción química), pero más ampliamente es el accidente o propiedad patente al conocimiento sensible.

Concepto preliminar de substancia corpórea

La experiencia ordinaria nos presenta un mundo físico constituido por un conjunto de «cosas» más o menos independientes, relacionadas entre sí, con un modo de ser definido, en medio de la realidad cambiante de sus accidentes. Llegamos así a comprender, aunque sea de modo imperfecto e indeterminado, la noción de substancia (física), válida incluso para nosotros mismos, pues somos algo definido, «separado» y subsistente en medio del mundo.

El conocer ordinario además nos señala que todas las substancias del mundo material son *cuerpos.* ¿Qué significa *ser cuerpo?* ¿Es lo mismo ser una substancia, que ser una

substancia corpórea? ¿Hay substancias incorpóreas? Toca a la filosofía responder a estas preguntas.

Observamos en todos los seres del mundo físico una serie de rasgos comunes:

a) *extensión:* los cuerpos tienen dimensiones, son grandes o pequeños, ocupan un sitio u otro. En virtud de esta propiedad, cambian su configuración externa y se mueven localmente;

b) *cualidades sensibles:* un cuerpo es tangible, duro o blando, luminoso y con colores, frío o caliente, etc. Mediante estas cualidades, unos cuerpos influyen en otros (tocar, quemar, romper, etc.);

c) *perceptibles a los sentidos:* un cuerpo físico se puede ver, palpar, oír. Sus cualidades tienen repercusiones en nuestros órganos sensitivos. Esta tercera nota es correlativa a las dos primeras, ya que precisamente nuestros sentidos captan cosas extensas y cualitativas. Sin embargo, no cualquier extensión y cualidad corpórea es captable por los sentidos, sino sólo la que se proporciona a sus condiciones orgánicas (por ej., no captamos con nuestros sentidos los ultrasonidos).

Las tres características indicadas bastan en su conjunto para delimitar, en una primera aproximación y sin perjuicio de análisis filosóficos posteriores, la noción de substancia corpórea. La substancia no se identifica con èstas propiedades (la extensión y la cualidad pueden variar, sin que un cuerpo cambie substancialmente), pero ellas son necesarias para que un cuerpo sea cuerpo: un ente inextenso, sin cualidades sensibles y no perceptible por los sentidos no sería una subsancia corpórea.

De las tres notas, una sola basta para delimitar con precisión el ámbito del ser corpóreo: la extensión. La perceptibilidad sensorial se reconduce a las dos primeras, que son objetivas y no implican una relación con nosotros mismos. Las cualidades sensibles, sin embargo, siendo tan variadas y en algunos casos limitadas a ciertos cuerpos –aparte de que no siempre es clara su objetividad–, no sirven tanto para determinar la noción de ser corpóreo. La extensión se revela, entonces, como la propiedad fenomenológicamente primaria de los cuerpos, como se ve en la siguiente definición de Santo Tomás: *«El cuerpo, en cuanto pertenece al género de la subs-*

tancia, es aquello a cuya naturaleza convienen dimensiones concretas»[8].

Con esto no se dice, como Descartes, que el cuerpo *sea* extensión pura. En esta definición determinamos la noción de substancia corpórea a través de una *propiedad* esencial y por ello siempre presente (un cuerpo inextenso no sería una entidad corpórea)[9].

Substancia y cantidad

La cantidad dimensiva o «extensión» del cuerpo será estudiada más tarde, pero conviene ya distinguirla de la substancia. La extensión es la propiedad por la que un cuerpo se divide en *partes,* de las que podemos decir que unas están «allí» y otras «allá» (diversificación posicional). La substancia como tal es indivisible, y por eso no se sitúa en ningún «sitio» del cuerpo: no tiene sentido preguntarse dónde está la substancia en el cuerpo, pues está entera en todo él y en cualquiera de sus partes (un hombre es hombre en todo su cuerpo y en cualquiera de sus partes, y lo mismo cabe decir del *ser oro, ser perro,* etc.). La substancia en sí misma no pertenece al orden cuantitativo, si bien ella recibe, en el caso de los seres corpóreos, la propiedad accidental de la cantidad dimensiva, en virtud de la cual es divisible. Esto no significa que la substancia sea como tal absolutamente simple, pues admite cierta complejidad intrínseca (por ej., la composición de acto y potencia).

Las partes «integrales» de un ser corpóreo organizado (por ejemplo, los brazos, las manos del cuerpo humano) son

8. Tomás DE AQUINO, *De Ente et Essentia,* c. 3. *Cuerpo* tiene también otro sentido, cuando se usa en contraposición al término *alma:* en este caso no significa la substancia corpórea, sino la parte del viviente distinta al alma.

9. Nos referimos aquí a la noción filosófica de substancia corpórea. En química, la substancia es algo més restringido: se llama así a un compuesto homogéneo, unitario y de características invariables (ej. azufre, hierro), que se diferencia de las mezclas y de los compuestos heterogéneos y variables constituidos por diferentes substancias. Para la química, por ejemplo, el hombre no es una substancia, pero sí lo es para la filosofía. Naturalmente, la filosofía natural estudia el último fundamento que permite hablar de «substancias» en la perspectiva físico-química. En nuestro estudio, nos aproximaremos al sentido químico de «substancia» al tratar de los compuestos (cfr. c. IV de esta 1.ª parte, n. 2).

partes *cuantitativas* cualificadas por muchos otros accidentes y en las que está presente la entera substancia. Normalmente llamamos a la mano, los brazos, etc., *partes del cuerpo, partes de un animal, de una persona* –es lógico hablar así, pues el accidente es *de* la substancia–, pero no por eso hemos de confundir la substancia con la cantidad, o con la suma de las partes cuantitativas.

El conocimiento de la substancia corpórea

El concepto de substancia ha sido a veces objeto de críticas en la filosofía moderna, debido a posturas gnoseológicas inadecuadas. Conviene a este propósito aclarar sucintamente algunos puntos acerca del conocimiento humano de la substancia física.

La substancia es una realidad inteligible en sí misma. Los sentidos sólo alcanzan cualidades y cantidades –color, sabor, tamaño, número de las cosas, etc.–, pero no llegan a la substancia o la esencia de las cosas (ni tampoco a otros aspectos, como el «ser» de los entes, las relaciones, etc.). Esas realidades pueden ser «vistas» solamente con visión intelectual: son inteligibles, no sensibles. Cuando vemos a «Pedro», y lo entendemos como una persona, estamos captando su substancialidad de un modo aparentemente muy sencillo, pero estrictamente intelectual: el carácter «personal» de Pedro no se puede ver con los ojos –éstos sólo ven luces, colores y formas–, ni con ningún otro sentido. No es posible ni siquiera imaginar la substancia, porque es imaginable únicamente lo que es sensible, con dimensión espacial. Sería una ilusión creer que captamos la substancia cuando nos imaginamos una vaga entidad espacial, confundiendo así la substancia con la cantidad. Es erróneo, por eso, pensar que substancia y accidentes sean dos entidades situadas en diversas partes del cuerpo (como la pulpa y la cáscara de una fruta).

Sin embargo, la substancia corpórea es sensible «per accidens». Una determinada substancia corpórea se puede aprehender sólo si previamente ese objeto se percibe con los sentidos, de modo que esta percepción sensible sea acompañada por la correspondiente aprehensión intelectual de la substancia: por ejemplo, al tener la experiencia de haber visto muchas veces una cierta forma redondeada con un determi-

nado color rojizo, cualquier persona normal reconoce en ella instantáneamente una «manzana», es decir, advierte una substancia concreta y específica. Se puede decir entonces que «ve» la substancia, pero *per accidens,* pues lo que está viendo *per se* son tan sólo luces, colores y dimensiones. De hecho, nuestro lenguaje manifiesta esa «percepción» substancial de lo real: no suele decirse que «vi un conjunto de colores», sino que «vi a Pedro».

La captación de la substancia normalmente es un conocimiento intelectivo inmediato, y no el fruto de un raciocinio. Naturalmente, en algunos casos, el juicio sobre si algo es o no substancia puede ser erróneo, pero aun en esos casos siempre tendemos a captar «algo» a modo de substancia: por ej. al aprehender el azul del cielo lo referimos de inmediato a una «cosa» a modo de substancia, que es el «cielo»; reflexionando con la ayuda de las ciencias, llegamos a saber que el nombre del cielo en sentido físico comprende una multitud de substancias en estado aeriforme, difíciles de aferrar en concreto. Al mismo tiempo, por raciocinio podemos inferir la existencia de muchas substancias no directamente observables.

3. Categorías accidentales

Cuadro general

Los accidentes son aspectos a cuya naturaleza compete ser en otro, es decir, pertenecen intrínsecamente –«inhieren»– a otra realidad que posee propiamente el ser y es su sujeto: la substancia.

El cuado aristotélico de las categorías accidentales, si bien discutible en los detalles, proporciona un criterio orientativo para la comprensión filosófica de los cuerpos. De este modo, la filosofía de la naturaleza puede estudiar en primer lugar la *cantidad,* fundamental en las substancias corpóreas y condición primaria de todos los otros accidentes físicos. En efecto, por la cantidad un cuerpo tiene una determinada extensión, y los demás accidentes afectan a la substancia a través de sus dimensiones: por ejemplo, las cualidades determinan a las partes extensas de la substancia, las acciones tienen como su-

jeto a una substancia cuya materia está determinada por una cierta cantidad, etc.

La cantidad es un accidente intrínseco, propio de toda substancia corpórea. También son intrínsecas las *cualidades.* Toda substancia material, además de la cantidad dimensiva, se encuentra afectada por diversas cualidades o modos de ser accidentales que se encuentran relacionadas con su naturaleza específica: por ejemplo, la temperatura, la densidad, la conductividad eléctrica, etc.

Los seres espirituales, por otra parte, tienen también cualidades propias, acomodadas a su naturaleza inmaterial, pero la filosofía de la naturaleza sólo considera la cualidad en cuanto propiedad de la substancia material.

La actividad de los cuerpos da ocasión para el estudio de otros dos accidentes, la *acción* y la *pasión,* lo que permite luego la consideración de la naturaleza de las leyes físicas que rigen la actividad de los cuerpos.

Las substancias materiales se encuentran en un deteminado marco espacio-temporal. Su presencia en un lugar es el accidente llamado tradicionalmente *ubi* (en latín, «donde»); en estrecha conexión con él está el accidente *situs* («estructura espacial interna»), que se refiere a la disposición de las partes cuantitativas de un cuerpo en un lugar determinado. La duración o permanencia en el ser abre la cuestión del accidente *quando* o «situación temporal». La consideración de estas propiedades está en conexión con los conceptos de «espacio» y «tiempo», que han sido siempre objeto de particular interés en el ámbito de la filosofía de la naturaleza.

Otro importante accidente es la *relación,* que plantea el problema del *orden* o de las relaciones estructurales entre las substancias, en cuadros siempre más abarcantes. No la estudiaremos en un apartado especial, sino junto con las demás cuestiones.

Como hemos dicho, la clasificación y el estudio de estos accidentes procede de Aristóteles[10]. Junto con la substancia,

10. Cfr. ARISTÓTELES, *Metafísica,* V, 7; Tomás DE AQUINO, *In Metaphys.,* V, 9 (889-892). Aristóteles tiene en cuenta también otra categoría accidental, algo impropia: el *habitus,* es decir, el «tener» o posesión física de cosas (por ej., un vestido, un anillo, etc.), lo cual es exclusivo del hombre. La sugerencia aristotélica, de todos modos, es antropológicamente relevante.

estos géneros supremos o «modos de ser» constituyen las llamadas *categorías* o *predicamentos.*

Las propiedades o accidentes propios

Cabe también distinguir tipos de accidentes desde el punto de vista del *grado de pertenencia* a la substancia o esencia:

a) algunos accidentes son *propiedades necesarias e inseparables* de una determinada naturaleza, aunque no se confunden con la substancia: por ej., las propiedades físico-químicas de las substancias, como el punto de congelación o de fusión, la conductibilidad eléctrica, la valencia química;

b) otros son *propiedades contingentes o separables:* convienen a una substancia específica, pero podrían perderse por un proceso corruptivo: por ej., tener vista es propio del hombre, pero contingentemente puede haber hombres ciegos;

c) otros accidentes *ni siquiera son propiedades, y por tanto son simplemente separables,* pues la substancia específica no exige su posesión: por ej., para la especie humana el ser rubio o moreno, estar sentado o de pie, ser alto o bajo, etc. A estos últimos pertenece la connotación del «poco importante» que en el lenguaje ordinario se da a menudo al término *accidente,* como cuando se dice «esto es accidental» respecto de otra cosa tomada en consideración de modo esencial (pero lo que es específicamente accidental puede ser, con todo, muy importante e inseparable, para el individuo).

Los accidentes propios, o propiedades, son científicamente relevantes, porque constituyen una manifestación adecuada de la esencia. De ahí que, cuando no podemos definir rigurosamente una cosa, normalmente acudimos a una descripción basada en las propiedades específicas (por ej., así hemos definido al *cuerpo* como «lo que tiene dimensiones»). De este modo procede la ciencia, cuando determina a los entes corpóreos por su peso específico, forma cristalina, dureza, color, afinidad química, espectro de emisión y absorción, etc.

Unidad entre substancia y accidentes

Hemos señalado la diferencia real existente entre la substancia y los accidentes, pero se ha de tener en cuenta también su íntima unidad. *Los accidentes integran con la substancia un*

único compuesto. Reunidos y unificados por la substancia –principio unificador–, constituyen con ella un único ente, compuesto por esos principios. Substancia y accidentes son en principio *inseparables:* ningún accidente puede ser fuera de la substancia; y la substancia nunca está desprovista al menos de los accidentes necesarios, que brotan de la misma naturaleza (por ej., no cabe un hombre sin racionalidad, o un cuerpo sin extensión), aunque pueda carecer de los accidentes separables.

Precisamente por esto, *el conocimiento de los accidentes implica a la vez un conocimiento de la substancia,* pues los accidentes son modificaciones de la substancia, no son algo sustantivo sino *de* la substancia, a la que manifiestan. Este punto es importante para la filosofía natural, que pretende conocer las cosas en su modo de ser real. Las ciencias pueden a veces estudiar los accidentes de modo abstracto y por separado, mientras que la filosofía los ve siempre en unión con la cosa singular (por ej., mejor que hablar de «cantidad» es, para la perspectiva filosófica, hablar de «cantidad *de* cosas», o «extensión *del* cuerpo»).

4. Conceptos inadecuados de la substancia corpórea

La noción de substancia no siempre ha sido entendida del mismo modo, y en algunos casos fue sometida a críticas radicales. De aquí han surgido polémicas y malentendidos, en parte verbales y en parte reales. Estas dificultades a veces llevan a algunos autores a renunciar a la noción de substancia, como si fuera inadecuada para entender la realidad. Pero de inmediato aparecen otros conceptos análogos, como «cosas», «entidades», «sujetos». Por otra parte, si se rechaza este modo de comprender el mundo, fácilmente se abre la puerta al subjetivismo: ente, cosa, substancia, etc. serían conceptos con los que –por necesidades lógicas, históricas, etc.– estructuramos la realidad.

Veamos ahora diversos conceptos filosóficos de substancia, que de un modo u otro han operado en doctrinas filosóficas modernas o en el pensamiento de algunos científicos:

1) La substancia corpórea es la *cantidad de materia* observable y mensurable, la *masa,* lo que permanece invariable

en medio de las transformaciones (principio de conservación de la masa).

2) La substancia corpórea, si es lo inmutable en el cambio, es la energía misma del universo.

3) La substancia es la individualidad emergente y diferenciada en el todo del universo (por ej., una partícula).

4) La substancia es lo que queda cuando descomponemos a los cuerpos en sus componentes materiales (átomo, partícula, etc.).

5) La substancia es un modo humano de identificar cierta unión de propiedades, según criterios pragmáticos relativos, que pueden variar de una cultura a otra. No hay distinción entre nexos esenciales y accidentales (empirismo).

6) La substancia es una categoría mental con la que agrupamos fenómenos, cuando hay una sucesión fenoménica regular a la que le asignamos un «sujeto» inmutable que tiene «permanencia en el tiempo» (Kant).

Las nociones (1), (2) y (4) incurren en el defecto de los presocráticos, ya señalado por Aristóteles: la substancia sería la base material subyacente a las transformaciones, sea el agua, el fuego, los elementos, la masa, la materia, la energía, etc. Estos aspectos forman parte de la substancialidad de las cosas, pero no la agotan ni bastan para explicar las estructuras más altas, más organizadas, de las que ellos son sólo la parte material. Las nociones (5) y (6) implican una interpretación no realista: la substancia sería sólo un modo lógico de pensar y de hablar de las cosas. La noción (3) es insuficiente y poco precisa (por ej., también en un organismo hay aspectos diferenciados, que sin embargo no son substanciales).

Hay una tendencia empirista según la cual hablar de substancias tendría un valor práctico para clasificar los fenómenos. Hablaríamos de *cosas* por comodidad. La distinción entre cosas y propiedades procedería de inveterados hábitos lingüísticos, por ejemplo, de la necesidad de poner un sujeto para cualquier propiedad (así, si decimos «llueve», debería existir un «sujeto incognoscible» –la substancia– cuya propiedad es «llover»).

Para una filosofía realista, la distinción entre la substancia y los accidentes no sale de la gramática, sino que ocurre más bien al revés. Realmente hay cosas con propiedades, aunque esto no significa que cada vez que hablamos de una *cosa,* esa

entidad deba ser una verdadera substancia, ya que podemos «cosificar» algunos modos de ser (e incluso de pensar). Nuestras clasificaciones no tienen por qué ser absolutas; pueden ser aproximadas, o algo pragmáticas. Pero tampoco son fundamentalmente relativas: el hombre, con su inteligencia, puede aprender a reconocer con objetividad algunas estructuras esenciales en el mundo de la naturaleza.

5. La substancia en las ciencias naturales

Las ciencias positivas, sin necesidad de una reflexión filosófica explícita, emplean el par substancia-accidentes, por ejemplo cuando hablan de cosas y de propiedades. La esencia y la substancia siempre comparecen en algún nivel, pues si en el mundo reconocemos una determinada estructura, admitimos necesariamente alguna esencia o *modo de ser,* y cierta individualidad (al menos, la del mundo mismo).

Las ciencias experimentales buscan un conocimiento preciso de las propiedades accidentales, mediante el cual proporcionan un mejor conocimiento de las substancias. No es justo pensar que el conocimiento científico-experimental se reduza a los fenómenos accidentales.

> Según el positivismo (Comte), las ciencias sólo alcanzan a conocer regularidades fenoménicas, o sea, sólo establecen leyes que permiten prever que, cuando se dé un determinado fenómeno, se dará otro también determinado; las ciencias no llegarían a conocer la verdadera naturaleza de la realidad ni podrían preguntarse por las causas reales de los fenómenos[11]. Según otros autores, de tendencias muy variadas, las ciencias sólo conocen los aspectos cuantitativos de la realidad (lo que se puede medir y calcular)[12].

Ciertamente, el método experimental recurre de modo sistemático a la observación, directa o mediante instrumentos,

11. Cfr. J.J. Sanguineti, *Augusto Comte: Curso de filosofía positiva.* Emesa, Madrid 1977, pp. 44-62.
12. P. ej., desde una perspectiva que pretende ser tomista; J. Daujat, *L'oeuvre de l'intelligence en physique,* P.U.F., París 1946, pp. 7-8 y 180; *Physique moderne et philosophie traditionnelle,* Desclée, Tournai 1958, pp. 42-43.

para probar las afirmaciones científicas, y la observación experimental capta directamente accidentes. Pero si es verdad que los accidentes manifiestan a la substancia, se puede decir que también las ciencias experimentales la dan a conocer, junto a sus procesos causales.

En no pocos casos, las ciencias permiten conocer la existencia de substancias inaccesibles al conocimiento ordinario: por ejemplo, astros y estrellas en el mundo macroscópico; y virus, bacterias, compuestos orgánicos e inorgánicos en el mundo de las pequeñas dimensiones. Además, ellos permiten determinar progresivamente la naturaleza de esas substancias. También llegan a probar la existencia de las causas reales de muchos fenómenos (por ejemplo, determinando la existencia de fuerzas gravitatorias, electromagnéticas y nucleares).

Más ampliamente notemos que *las ciencias experimentales presuponen y utilizan ciertos conceptos básicos de la filosofía natural,* como los de substancia y accidentes, las nociones básicas acerca de cada uno de los accidentes, la causalidad física, etc. Cuando esos conceptos se utilizan de modo erróneo o confuso, los verdaderos conocimientos científicos aparecen mezclados con afirmaciones incorrectas acerca de la realidad o de nuestro conocimiento de ella, con el peligro adicional de que esas afirmaciones se presenten como si estuvieran avaladas por el método científico o como si fueran verdaderas conclusiones de las ciencias[13].

A veces, por ejemplo, se formulan o divulgan los conocimientos científicos mezclados con ciertas dosis de teorías filosóficas *mecanicistas,* que niegan la realidad de lo que no pueda explicarse mediante el movimiento local de partes de materia; de teorías *empiristas* o *materialistas,* según las cuales sólo existen las realidades observables por los sentidos o de tipo material; o de teorías que sostienen un *evolucionismo filosófico absoluto,* que niega la existencia de las rea-

13. Cfr. J.J. SANGUINETTI, *Ideas metafísicas y verificabilidad en las ciencias,* Actas VI Simposio Internacional de Teología, Universidad de Navarra, 1984, pp. 85-102.

lidades espirituales, de la creación, y de diferencias esenciales en la perfección de los diversos seres[14].

A partir del siglo XVI, a la vez que se ha producido la consolidación sistemática de las ciencias experimentales, se han difundido ampliamente en el mundo filosófico planteamientos de carácter mecanicista, empirista, fenomenista y pragmatista. Estos enfoques filosóficos recurren frecuentemente a las ciencias experimentales, pretendiendo encontrar en ellas una justificación científica; para conseguirlo, necesariamente han de distorsionar la imagen de los métodos y resultados de las ciencias[15].

El estudio filosófico permite destacar las confusiones que se contienen en las posturas mencionadas, ya que ellas pertencen al ámbito de la filosofía. En definitiva, hay que distinguir las verdaderas conclusiones científicas de las falsas imágenes de la realidad o del conocimiento humano, que se presentan como científicas sin serlo realmente.

Las nociones de substancia y accidente no son del tipo de los «conceptos esquemáticos» o los «conceptos operativos» definidos por las ciencias en relación con determinadas operaciones experimentales (como lo son los conceptos de «masa», «resistencia eléctrica», «longitud de onda», «partícula

14. Cfr. p. ej., J. MONOD, *El azar y la necesidad,* Barral, Barcelona 1970. Se trata de un caso típico, en el que un científico competente –Premio Nobel en 1965 por sus trabajos en Biología molecular– mezcla consideraciones científicas con extrapolaciones erróneas y poco consistentes lógicamente.

15. Sobre la noción de substancia, el astrónomo A. S. Eddington afirmó, con una pretendida base científica, que no tiene lugar en la ciencia (cfr. *La naturaleza del mundo físico,* Sudamericana, Buenos Aires 1938, pp. 15 y 308). Este equívoco se debe en parte al prejuicio mecanicista –ya comentado– y a la concepción kantiana que concibe la substancia como una simple categoría mental requerida para asignar sujeto permanente a los cambios (cfr. I. KANT, *Crítica de la razón pura. Analítica trascendental,* libro 2, cap. 1). Equívocos semejantes se dan en autores tan diversos como A.N. WHITEHEAD, *Science and the modern World,* Cambridge University Press, 1938, pp. 189-190, y G. BACHELARD, *La philosophie du non,* P.U.F., París 1949, p. 63. En parte, estas posturas condicionan a los mismos científicos en su investigación y en la divulgación, cuando les falta una suficiente preparación filosófica. Si la substancia es una realidad en la naturaleza, las ciencias no podrán prescindir de ella, aunque no reflexionen sobre ella de modo filosófico: cfr. F. SELVAGGI, *Scienza e Metodologia,* Universidad Gregoriana, Roma 1962, pp. 144-162.

elemental», etc.). *Son nociones metafísicas,* ya que se refieren al *ser* mismo de las cosas naturales, que no es sensible *per se.* Por consiguiente, *las ciencas no pueden «invalidar» esas nociones.* El problema auténtico es otro, a saber: determinar hasta qué punto el conocimiento de las ciencias experimentales penetra en la realidad. Sin duda, lo hace: y, en la medida en que lo hace, utiliza implícitamente las nociones de substancia y accidentes, aunque esas nociones no aparezcan necesariamente en los enunciados científicos.

6. MULTIPLICIDAD NUMÉRICA Y ESPECÍFICA DE LAS SUBSTANCIAS CORPÓREAS

Es imposible que existe algún ente real que no tenga «ser» como algo propio (substancia) o como determinación de una substancia (accidente). Por tanto, pude afirmarse que *todo lo que existe en la realidad es o una entidad substancial (substancia individual, o parte de una substancia, o agregado de substancias) o una entidad acidental (uno de los diversos tipos de accidentes).*

Esta afirmación, básica en filosofía[16], es admitida por la generalidad de los filósofos, y –como se ha visto antes– está implícita en el conocimiento científico-experimental de la realidad. Sin embargo, existen discrepancias al juzgar *a qué realidades concretas se debe atribuir el concepto de substancia:* si sólo se dan propiamente substancias en el ámbito de los seres vivientes o también en la materia inanimada, y en este caso, qué entidades son verdaderas substancias. Aun compartiendo los conceptos básicos hasta ahora expuestos, la complejidad del tema hace que existan incertidumbres, que no afectan a la validez de los principios fundamentales.

Analogía de la substancia corpórea

Al explicar la noción de substancia, señalamos tres notas: substancia es lo que *subsiste,* es la *esencia,* y es el *sustrato* de

16. Cfr., por ejemplo, R. MASI, *Cosmologia,* Desclée, Roma 1961, pp. 43-44; F. SELVAGGI, *Cosmologia,* Universidad Gregoriana, Roma 1962, p. 222.

los accidentes; y advertimos que la principal nota es la *subsistencia* (a la substancia le compete «ser en sí» y no «ser en otro»). También indicamos que la noción de substancia es *analógica,* puesto que las notas que la caracterizan se dan verdaderamente en diversas realidades, pero en grados diversos.

Cuanto más perfecto es un ente material, posee el ser de un modo más propio, y realiza la noción de substancia de un modo más elevado; en esa medida, es más fácil reconocer su carácter substancial. Los seres vivos poseen una autonomía en el ser y unas perfecciones específicas que manifiestan claramente su substancialidad. Al considerar la materia inorgánica –que es el ámbito al que ahora nos limitamos–, no es de extrañar que surjan más incertidumbres al respecto, y que éstas aumenten cuanto más «descendamos» en los niveles de la materia: podemos encontrar entidades que posean una substancialidad verdadera, pero más «débil» que la de las entidades más perfectas. Existen, pues, diversos «grados» de substancialidad.

Criterios de substancialidad

Para determinar dónde están las substancias concretas es necesario acudir a una serie de criterios de discriminación, que tienen valor en el contexto de un análisis filosófico.

I. *En cuanto a la especie,* el mejor de esos criterios parece ser *la existencia de estructuras bien definidas en la naturaleza, que se repiten numéricamente,* y a las cuales se ve que la naturaleza «tiende», pues se forman por sí solas en procesos de composición y descomposición (así, la molécula de agua es una «estructura» neta, que se forma por la integración de átomos de hidrógeno y oxígeno siempre en la misma proporción). El medio externo influye en tales estructuras, pero al mismo tiempo ellas manifiestan una independencia o «personalidad» respecto a las demás cosas. Al contrario, se puede ver cómo una montaña o un río no son estructuras substanciales: no se repiten siempre del mismo modo (como ocurre, por ej., con las estructuras cristalinas), sino que su formación y su configuración concreta responden a fuerzas externas (para un río, por ej., la pendiente del terreno) que actúan sobre la mole inerte de la montaña, sobre la masa del agua, etc. El comportamiento de una montaña, de una cordillera, de un

planeta o de una galaxia demuestra que se trata de conjuntos unificados de numerosas substancias, cuya fuerza y actividad no es «originaria» sino «aditiva», como una muchedumbre de personas forma también un cierto «todo» inerte.

Otro criterio de especificidad es la *existencia de un complejo estable de propiedades y actividades propias.* Hay que descartar las propiedades *aditivas,* que resultan de la simple suma de las propiedades de los componentes (por ej., el peso de un montón de piedras), y también las *dinámicas* de un todo mecánico (por ej., el andar de un coche, el dar la hora de un reloj), que se producen por la combinación de las acciones de los componentes. Se trata aquí de conjunto de propiedades irreductibles a las partes de una substancia compuesta, que regulan su actividad como un «todo» y que brotan de ella misma: por ej. fuerzas atractivas o repulsivas, o propiedades selectivas por las que una entidad física no actúa indiscriminadamente sobre cualquier otra sino sólo sobre algunas, y en un número determinado.

A nivel atómico y subatómico se encuentran con frecuencia estas propiedades. Son selectivas asimismo las fuerzas de valencia y afinidad química por las que se constituyen las moléculas; algo análogo ocurre con los cristales, cuyas partes se distribuyen según determinadas simetrías geométricas, características de cada especie. La superación de la visión mecanicista, que es una de las conquistas de la física contemporánea, ha supuesto el explicar las *partes* en función del *todo,* eliminando así el peligro de reducir las substancias compuestas a sus componentes.

II. *En cuanto a la subsistencia individual,* el criterio de discernimiento ha de tomarse de una suficiente *independencia operativa* de la entidad respecto de su entorno. En este sentido, distinguimos fácilmente a los individuos vivientes, mientras nos resulta más difícil saber si un trozo de materia homogénea –por ej., el agua de un vaso–, es un individuo substancial o quizá una agregación de muchos individuos (las moléculas). La *cohesión en el espacio* o *continuidad espacial* es otro índice coadiuvante en esta línea, pues nadie estima que dos realidades distantes y separadas sean una única substancia. Pero, como se ha dicho, no es tan fácil distinguir así una unión substancial de una agregación fuerte.

Se ha de tener en cuenta que *hay estructuras inferiores que se incorporan a substancias compuestas más altas,* punto que se verá más adelante. Por tanto, la partícula elemental, el átomo, la molécula, etc. serán substancias individuales cuando actúen separados o «libres», pero no cuando se integren substancialmente en entes más complejos y organizados (por ej., los vivientes).

No es un criterio de substancialidad el carácter *incorruptible,* como señalaban los antiguos mecanicistas (el universo constaría únicamente de las substancias elementales, los «átomos», ingenerables e indestructibles, y cuya combinación produciría la apariencia de las substancias macroscópicas). La permanencia en el tiempo, la resistencia a la destrucción –que evidencia una fuerte unidad interna–, son criterios indicativos de que podemos encontrarnos ante una substancia; sin embargo, nada obsta para que substancias muy ínfimas tengan una escasísima duración (como sucede en el ámbito de las llamadas «partículas elementales»). Algunos autores, al comprobar la transmutación de lo que ellos consideraban como substancias, han concluido erróneamente que en el mundo físico no podría darse la substancialidad.

En el ámbito macrofísico, o sea, de la materia observable, los avances de la ciencia experimental permiten conocer con precisión muchas propiedades de la materia y, por tanto, ayudan a delimitar el concepto de substancia natural. Cuando nos encontramos con entidades materiales que subsisten (ya que pueden existir separadas de otras), y que poseen un conjunto de propiedades naturales estables y relacionadas entre sí, parece lógico que afirmemos su carácter substancial. No es obstáculo para esto que esas entidades estén compuestas por otras menores, pues una substancia más simple –como se ha dicho– puede, perdiendo su substancialidad, estar incorporada en una substancia más compleja.

Conviene tener en cuenta dos puntos:

a) *Las transformaciones corpóreas no se oponen a la diversidad de substancias, sino que la manifiestan.* No pocos autores pensaron que la noción de substancia caería al desaparecer el concepto mecanicista de substancia ingenerable e incorruptible. Al descubrir que en el mundo material «todo e

transformable», y que «todo es reductible a los elementos», estimaron que no habría substancias en el mundo, sino sólo estados diversos de una misma entidad (que es el antiguo error presocrático ante el problema del cambio, como vimos en el tema del movimiento).

b) *La comunicación profunda con el medio ambiente no se opone a la diversidad substancial.* Esa comunicación sólo demuestra la admirable solidaridad de las partes del cosmos; gracias a ella, por ejemplo, todos los entes corpóreos emiten «mensajes» en todo el universo, que son la base del conocimiento sensitivo de los animales y el hombre. Por otra parte, también los vivientes están en continua comunicación con el ambiente (nutrición, respiración, etc.), sin que esto destruya las diversidades individuales.

Algunos filósofos analíticos actuales han hecho notar que la ciencia, al descubrir estructuras profundas en las cosas, llega a un conocimiento, por vía inductiva, de las esencias de los seres materiales *(natural kinds,* especies naturales). El conocer ordinario suele determinar las especies de las cosas más familiares *en* base *a* criterios externos, como la morfología, el colorido, etc., pero la experiencia de los científicos, o de gente más experta, corrige ciertos errores o ambigüedades inherentes a las clasificaciones populares (por ej., para distinguir el oro auténtico del oro falso), y así se opera una transición no brusca del conocer ordinario al científico en cuanto a la determinación de las substancias[17].

Escribe S. Kripke: «En general, la ciencia intenta, a base de investigar en los rasgos básicos estructurales, encontrar la naturaleza, y por tanto la esencia (en el sentido filosófico) de una especie»[18]. Y en otro sitio: «Tales enunciados que representan descubrimientos científicos acerca de lo que estas materias *son,* no son verdades contingentes, sino necesarias en el sentido más estricto posible. No son sólo leyes científicas, si bien podemos, por supuesto, imaginar un mundo en el que fallaran. Pero un mundo en el que imagináramos que una tal substancia no tendría esas propiedades, es un mundo en

17. Cfr. H. PUTNAM, *Philosophical Papers,* Cambridge Univ. Press, 1975, vol. 2, pp. 215-271.
18. S. KRIPKE, *Naming and Necessity,* Basil Blackwell, Oxford 1980, p. 138.

el que nos imaginamos una substancia que no es oro, supuesto que esas propiedades son la base de lo que la substancia es»[19].

Las substancias particulares

El juicio sobre cuáles son en concreto las substancias específicas e individuales del mundo inanimado no procede, desde luego, de una demostración (pero tampoco puede «demostrarse», por ej., que alguien es persona), sino de una estimación filosófica basada sobre nuestros conocimientos de experiencia. Debido a las dificultades de la materia, y en razón del menor nivel de substancialidad tanto específica como individual de los seres inferiores, ese juicio alcanza normalmente, a lo más, un altó grado de probabilidad, no una certeza absoluta y metafísica. Esto sólo significa que nuestro conocimiento de la realidad física es limitado, pero no autoriza a extraer consecuencias subjetivistas[20].

a) En primer lugar, en el mundo de los seres sin vida son identificables numerosas *substancias diversas en especie* (agua, hierro, oro, cobre), que poseen distintos niveles de composición química y son descomponibles en substancias menos complejas (como el cloruro de sodio se resuelve en cloro y sodio).

Al mismo tiempo, se puede también identificar la *pluralidad numérica de esas substancias* (por ej., diversos átomos de hidrógeno, las moléculas de agua). Los «niveles de composición» que muy probablemente constituyen unidades substanciales cuando están aislados son al menos el *átomo,* la *molécula* y los *cristales.* Por debajo del átomo, las denominadas *partículas elementales,* si están aisladas, constituyen también uniones substanciales.

19. *Ibid.*, p. 125.

20. Señalemos también que el juicio filosófico y científico acerca de las substancias concretas del mundo físico, tal como aquí lo planteamos, en nada afecta a las cuestiones teológicas relacionadas con realidades físicas, como por ejemplo a la doctrina de los Sacramentos. Así, cuando la teología habla de la *substancia* del pan y del vino, que se convierten, en la Eucaristía, en la substancia del Cuerpo y la Sangre de Cristo, se refiere a eso que comúnmente es estimado como pan y vino.

Estas diversas substancias, aisladamente o «integradas» en substancias superiores (perdiendo, por tanto, su carácter substancial), se suelen presentar en el mundo inerte en *agrupaciones* o *estados de agregación* más o menos compactos, y estos estados son muchas veces los que primero se ofrecen a la experiencia espontánea (una montaña, una cordillera, un océano). En las agregaciones, al mismo tiempo, suelen darse *estados de mezcla,* en el que muchas substancias diversas en especie se disponen libremente en el todo de agregación. Estos estados permiten los fenómenos de *condensación* o *rarificación* de una determinada substancia, que no exigen por tanto la existencia del «vacío» en sentido ontológico. De ahí una *penetrabilidad parcial* de los cuerpos, en cuanto los «espacios libres» que deja un cuerpo están ocupados por otro distinto, como ocurre –a nivel macroscópico– con una esponja llena de agua.

b) Por otra parte, *se observa que las diversas substancias se ordenan gradualmente,* formando un maravilloso orden natural. Tomando como criterios de orden ciertos grupos de cualidades que admiten diversas magnitudes, se puede comprobar cómo entre las substancias del mundo físico existe una jerarquía gradual de perfecciones: los seres ínfimos son simples y con pocas propiedades, y los seres superiores van siendo cada vez más complejos, hasta culminar en los vivientes.

Las *partículas elementales* se distinguen de un modo gradual –según sus propiedades, como la masa, la carga, el *spin,* el momento magnético, etc.–, y lo mismo sucede con los *átomos* en el sistema periódico de los elementos químicos. Asimismo, las *moléculas* se van ordenando progresivamente en compuestos cada vez más complejos, desde las más *simples* (que tienen átomos de la misma especie), hasta las más *complejas* (con átomos de distinta especie), en las que cabe distinguir a su vez entre los *compuestos inorgánicos* (sales, ácidos, bases), más sencillos, y los *orgánicos,* mucho más complejos (hidro-carburos, alcoholes, éteres, aminas, hasta llegar a los amino-ácidos, amino-alcoholes, alcaloides, carbohidratos y por fin las proteínas, que son los principales componentes de la substancia viviente). Además, en estado sólido hay cuerpos que asumen *estructuras cris-*

talinas que se ordenan según formas geométricas regulares y simétricas, características de cada especie química[21].

Discusión de la tesis presentada

Las entidades de las que habla la física moderna, sobre todo en relación a ámbitos poco accesibles a la experiencia directa del hombre, tienen un carácter esquemático y a veces hipotético, en diversos grados. La física moderna estudia el mundo microfísico indirectamente y, al observar una serie de efectos, postula la existencia de entidades, por analogía con aquellos que conocemos macroscópicamente. La constitución atómica de la materia, por ejemplo, comenzó siendo una hipótesis para explicar determinados efectos macroscópicos (observados en las reacciones químicas, en los inicios de la química moderna), pero más adelante esa conjetura fue confirmada de múltiples modos.

Este hecho no consiente, sin embargo, desentenderse de la estructura real de las cosas, como sostenían el positivismo y el fenomenismo, según los cuales los conceptos de átomo o de partícula microfísica serían sólo construcciones simbólicas útiles para explicar fenómenos observables y mensurables. Si para ello sirven, hay motivos para reflexionar, y con el tiempo y la investigación se puede llegar a confirmar su existencia y a examinar su modo de ser, si bien de manera imperfecta y analógica.

La tesis de la substancialidad de las partículas, de los átomos y de las moléculas tiene valor en cuanto estas nociones, según el estado actual de la ciencia, parecen responder a realidades objetivas y no ser sólo construcciones hipotéticas. Esto es actualmente seguro en cuanto se refiere a los átomos, moléculas y cristales, pero es más problemático cuando entramos en el mundo subatómico. De todos modos, la discusión sobre la substancialidad de estas entidades está abierta, aunque entrar en ella exigiría detalles científicos que aquí no podemos abordar.

Los átomos, si están en estado libre, con gran probabilidad son verdaderas substancias, pues tienen propiedades ori-

21. Cfr. F. SELVAGGI, *Cosmologia*, cit., pp. 303-305.

ginarias no explicables en virtud de las propiedades de sus componentes, que fuera del orden atómico actúan de modo diverso. «El átomo organiza en su interior una característica distribución energética («por escalones») que puede ser perturbada por agentes externos, aun por largo tiempo (como en el horno ardiente del sol). Pero su *programa* permanece y, una vez que la perturbación ha cesado (incluso después de millones de años), el átomo se reorganiza según su propia especie, y esto en pocas fracciones de segundo del orden de los mil millones»[22].

Argumentos análogos valen para la molécula, si bien su unidad es menos fuerte que la del átomo. En la molécula se encuentran propiedades emergentes no deducibles de la simple combinación de los átomos. Su cohesión, su resistencia a la destrucción, las proporciones definidas y constantes en que se agrupan sus componentes, dan pie para juzgar que estamos ante verdaderas substancias. Algo semejante cabe decir de las estructuras cristalinas, cuyo orden es motivo de admiración para el hombre de ciencia.

7. El problema de la substancia en la física moderna[23]

La física, como las demás ciencias que estudian el mundo material, trabaja con substancias, estudia sus propiedades cualitativas y cuantitativas, sus cambios, sus interacciones, etc. Pero no se interesa directamente por la substancia *como tal substancia,* sino en algunos de sus aspectos particulares. Por este motivo, no enfoca directamente el problema de la substancialidad en el mundo material.

Sin embargo, la ciencia tiende en su evolución a lograr un conocimiento de la naturaleza lo más amplio posible. No se limita a considerar fenómenos aislados y a establecer las leyes que los rigen. La búsqueda de una mayor comprensión del mundo natural le lleva a elaborar teorías de carácter más ge-

22. B. Van Hagens, *Filosofia della natura,* Pontificia Università Urbaniana, Roma 1983, p. 156.
23. Se incluye este apartado a modo de apéndice, que no es imprescindible para seguir las demás argumentaciones del texto.

neral que permitan integrar y describir unitariamente los diversos fenómenos. Estas teorías pretenden adecuarse lo más posible a la realidad, pero a causa del mismo carácter limitado y perfeccionable del conocimiento científico, tal adecuación difícilmente será absoluta. Las teorías científicas poseen habitualmente el carácter de *modelos teóricos:* son esquemas conceptuales sobre el comportamiento real de los entes físicos. Estos modelos serán en ocasiones imaginativos, como los modelos mecánicos habituales de la física clásica. Otras veces poseen un carácter mucho más abstracto, como sucede con muchos de los modelos matemáticos actualmente utilizados por la física teórica.

Las teorías desarrolladas por la física han alcanzado en ocasiones un dominio de aplicación considerable, permitiendo interpretar una gran parte de los fenómenos de la naturaleza. Así sucedió, por ejemplo, con la mecánica newtoniana, y así sucede hoy día con las diversas teorías de la estructura de la materia, cuyas aplicaciones se extienden tanto al estudio de los fenómenos estelares como a la construcción de aparatos electrónicos.

A causa de esta amplitud de aplicaciones, se ha tendido en ocasiones a interpretar todo el mundo real de acuerdo con los esquemas propios de estas teorías, extrayendo conclusiones relativas a conceptos filosóficos tales como el de la substancia, negando su realidad o queriendo imponer una determinada concepción de la substancia material (como la mecanicista o la energetista) que, aun respondiendo a ciertas características de la realidad, eran claramente insuficientes.

Es necesario, por tanto, no olvidar el carácter de *modelo* que posee toda teoría física. Como ya se ha mencionado, estas teorías pueden proporcionar un conocimiento *verdadero* del mundo físico, pero será necesario juzgar sus resultados desde una adecuada perspectiva filosófica cuando se pretenda extraer de ellos conclusiones acerca de problemas metafísicos, tales como el de la substancialidad.

La substancia en la física clásica

En la física clásica se dieron con frecuencia errores de interpretación o extrapolaciones del tipo indicado. La interpre-

tación más frecuente fue de tipo mecanicista, que pretendía reducir toda la realidad a materia extensa y movimiento.

La física newtoniana compartió en gran medida el ideal mecanicista, aunque en un modo mitigado y no siempre desde el punto de vista filosófico. Por eso la idea newtoniana de substancia se encuadra dentro del mecanicismo. Se sostiene en ella una *dualidad* fundamental: el mundo está formado por «cuerpos» y «vacío», esto es, por «materia», partículas rígidas e impenetrables, que se mueven en el «espacio», medio homogéneo, incualificado y pasivo. Es obvio que en este esquema la noción de substancia corresponderá propiamente sólo a los «cuerpos» o «materia». Su propiedad principal sería la *masa,* que llegó a considerarse casi como la esencia de los cuerpos o substancias: la masa corresponde a la resistencia de los cuerpos a las mociones exteriores (masa inerte) y a la moción recíproca entre ellos (masa gravitacional o pesante). De ahí la frecuencia con que, incluso hoy, se define la masa como «cantidad de materia» de un cuerpo.

Más difícil resulta encuadrar la noción de espacio newtoniano, que sustituyó al «vacío» propio del atomismo mecanicista griego. Para Newton el espacio es «absoluto», esto es, independiente de las demás realidades materiales, por lo que llegó a asignarle un cierto carácter subsistente. El espacio se convertiría así en otra «substancia», pero que difícilmente podría llamarse «material».

Esta substancialización del espacio se materializó en el período clásico en la noción de *eter,* substancia imponderable, extendida por todas partes, continua, no perceptible directamente por los sentidos ni por los instrumentos, penetrable en todos los cuerpos, y cuya existencia se postulaba como medio en el que se colocaban y movían los corpúsculos, y como sitio que «llenaba» los huecos de vacío que dejaba la materia ponderable (espacios interestelares e interatómicos). El éter era también el medio de transmisión de la energía gravitatoria y electromagnética. La teoría del éter, pese a resolver el problema de la continuidad, presentaba serios problemas. Los intentos de describirlo mecánicamente, por analogía con los medios fluidos y elásticos, fracasaron rotundamente.

En la segunda mitad del siglo XIX surgió también otra noción incompatible con el esquema mecanicista: el *campo.* En su origen se trataba sólo de un artificio matemático útil para

estudiar las interacciones electromagnéticas o gravitatorias entre los cuerpos. En vez de analizar directamente las fuerzas que surgen entre dos cuerpos dependiendo de su posición, se considera que cada partícula crea a su alrededor un «campo» o distribución de fuerzas unitarias que a su vez actuará sobre las restantes partículas presentes en esa zona del espacio. Progresivamente se fue dando más importancia a esta noción, al surgir fenómenos en los que el campo mismo parece tener una entidad independiente de las cargas o corpúsculos que lo crean. También entonces se acudió a la noción de éter como medio que soportaría el campo, sin que la teoría del éter electromagnético tuviera más éxito que su análoga mecánica.

Una última dualidad presente en la física clásica en relación a la noción de substancia es la de *masa* y *energía.* La masa, como ya se ha dicho aparecía como una propiedad esencial de los corpúsculos o partículas materiales. Por el contrario, la energía se presentaba como una realidad comunicable entre los cuerpos, más ligada a los aspectos ondulatorios propios del éter o de los campos, especialmente en el caso de la energía electromagnética, capaz de transmitirse en forma de onda a través del vacío. Aparecía así, en cierto modo, como contrapuesta a la «materia».

La física clásica, en definitiva, fue incapaz de reconciliar y reconducir a la noción de substancia los diversos fenómenos del mundo material. Su postura mecanicista le llevó a tener que admitir dos ámbitos de la realidad material (por un lado la «materia», cuerpos o partículas localizables y masivos, y por otro el «medio», espacio, éter o campo, sede de fenómenos ondulatorios y de procesos energéticos), o bien a eliminar uno de ellos reduciendo al otro toda la realidad.

La superación del dualismo en la física actual

Uno de los motivos fundamentales de la crisis de la ciencia a principios del siglo XX fue precisamente la existencia de contradicciones patentes entre estos dos ámbitos de la realidad. La teoría de la relatividad y la mecánica cuántica, así como las posteriores teorías de campos que tratan de unificar los fenómenos cuánticos y relativistas, han llevado a la superación de este dualismo. La equivalencia entre masa y energía, el doble aspecto corpuscular y ondulotorio de las entida-

des microfísicas, y la integración de la materia con el espaciotiempo relativista, son algunos de los resultados que contribuyen a unificar la actual visión del mundo físico en un solo tipo de realidades substanciales que causarían los diversos tipos de fenómenos.

No quiere decir esto que no haya en la ciencia actual puntos de debate o interpretaciones filosóficas diversas. Son frecuentes, en particular, las visiones energetistas o matematicistas. Sigue siendo necesario encuadrar los diversos aspectos del mundo físico desde una perspectiva filosófica correcta, para extraer de los modelos y construcciones teóricas de la ciencia los resultados que permitan superar el conocimiento puramente físico o matemático, elevándose a un nivel de intelección metafísico.

a) *Los conceptos de energía y masa*

Para poder interpretar adecuadamente las teorías físicas es necesario examinar previamente los conceptos científicos de energía y masa.

El concepto físico de energía surgió inicialmente en el ámbito de la mecánica, en estrecha relación con otra magnitud física denominada «trabajo», definida como el producto del desplazamiento de un cuerpo por la fuerza necesaria para moverlo. En tal contexto la *energía mecánica* se definía como *la capacidad que posee un sistema para producir trabajo,* siendo por tanto una característica del estado mecánico de un cuerpo: por el hecho de estar en movimiento, o por su posición en el campo gravitatorio, o por su constitución elástica, un sistema físico es capaz de producir una determinada cantidad de *trabajo mecánico.* Se definía así la energía *cinética,* debida al movimiento, y los distintos tipos de energía *potencial* (gravitatoria, elástica, etc.).

Posteriormente el concepto de energía se amplió a otros campos de la física, dando lugar a las nociones de energía *térmica, eléctrica, química, atómica,* al comprobarse la posibilidad (al menos teórica) de transformar unos tipos de energía en otros. Al ampliarse su significado, la noción de energía deja de tener en la física una definición de carácter intuitivo como la antes apuntada. En cada contexto teórico se define de modos diversos, en ocasiones sumamente abstractos, donde se hacen intervenir complejos conceptos matemáticos. La

energía es entonces en la física, una *magnitud* fundamental, o sea, un concepto matemático que se construye de modo que pueda relacionarse con los resultados de la experimentación, si bien hay que tener en cuenta que su relación con lo observable no es siempre directa.

Algo análogo ha sucedido en la evolución del concepto de *masa*[24]. Se ha hecho ya referencia al sentido que poseía esta noción en la mecánica clásica, donde se tendía erróneamente a considerarla como una propiedad esencial de los cuerpos materiales, asimilándola a la «cantidad de materia» de un cuerpo. En este caso la evolución de la ciencia ha favorecido notablemente el abandono de tal prejuicio, al aplicar la noción de masa a entidades no directamente sensibles (moléculas, átomos...), en las que tal concepto es menos adecuado. La masa se define ahora también de modos diversos, dando lugar igualmente a una magnitud física de carácter teórico, cuya relación con los fenómenos sensibles es muchas veces sólo indirecta.

En ocasiones ha surgido la tendencia a substancializar estas nociones. Esto sucedía con la masa en las corrientes mecanicistas presentes en la física clásica, y se ha dado también en el caso de la energía a finales del siglo XIX y en la actualidad, con el resurgir de posturas energetistas. De todos modos parece importante notar que *las ciencias realmente no dan pie para interpretar los conceptos de «energía» y «masa» como si se refirieran a entidades substanciales.* Desde el punto de vista filosófico, ambas nociones corresponderían a determinados estados cualitativos activos de las substancias materiales. Desde el punto de vista físico esto se refleja claramente en el hecho de que, en cualquier contexto teórico, la energía siempre representa una *propiedad* de los sistemas físicos, sean éstos lo que ordinariamente se denomina substancia (un bloque de piedra, agua, un gas), o entidades físicas (como ondas electromagnéticas) cuya substancialidad se discutirá más adelante. La masa es igualmente una *propiedad* de ciertas entidades físicas, de la que incluso pueden carecer. Pero en ningún caso masa o energía pueden considerarse como realidades substanciales independientes.

24. Cfr. M. JAMMER, *Storia del concetto di massa,* Feltrinelli, 2.ª ed., Milán 1980.

b) *La equivalencia entre «masa» y «energía»*

Dentro de la teoría de la relatividad propuesta por Einstein, una de las consecuencias que se extraen es la famosa ecuación $e = m.c^2$, donde «e» representa la energía, «m» la masa, y «c» la velocidad de la luz. Esta equivalencia tiene gran aplicación en la física atómica: en la bomba atómica, por ejemplo, la desaparición de una pequeña parte de la masa de los cuerpos que intervienen en el proceso físico, provoca un enorme desprendimiento de energía, lo que se entiende considerando el valor muy grande de la magnitud «c» –unos 300 millones de metros por segundo[25].

Esa transformación significa en la teoría científica una relación entre magnitudes físicas. Todo parece indicar que, en este caso, *esa relación se refiere a un fenómeno real.* Pero, según las consideraciones anteriores sobre los conceptos de «masa» y «energía», ninguno de los dos se refiere a una entidad substancial. No se trata de que una substancia (la masa) se transforme en un accidente (la energía), ni de que haya que concebir la energía como una substancia que daría lugar al fenómeno de la masa. Ninguna de estas interpretaciones viene sugerida ni es requerida para la explicación del fenómeno y de su formulación científica.

Por supuesto, en el fenómeno a que se refiere la citada ecuación, *es posible que se produzcan mutaciones substanciales: pero eso tampoco implica la substancialización de la energía;* siempre existirá una entidad substancial correspondiente a esa energía «liberada» o «producida» (desde luego, no tiene por qué tratarse de un soporte concebido a la manera de «éter», admitido por muchos autores en la época de la física clásica).

Hay que señalar, por último, que el concepto de «masa» se refiere actualmente en las ciencias a aspectos de la realidad que se definen de modos diferentes, lo cual hace ver que *es impropio concebir la «masa» como si fuera una expresión directa de la «materia» o de la «cantidad de materia».* Es un dato más que señala, bajo otro aspecto, que el fenómeno a que nos referimos no puede interpretarse como «conversión

25. A. Einstein expuso la teoría de la relatividad restringida originalmente en su estudio *Zur Elektrodinamik bewegter Körper,* «Annalen der Physik», 17 (1905), pp. 891-921.

de la materia en energía» (y viceversa), como si esa «materia» y esa «energía» (o una de las dos) fueran realidades substanciales. En definitiva, la transformación de masa en energía, o viceversa, parece que ha de entenderse formalmente como un cambio entre aspectos cualitativos profundos de las cosas, que en muchos casos conlleva probablemente una modificación substancial.

c) *La dualidad «onda»-«corpúsculo»*

En la física clásica, existían diversas *teorías basadas en un modelo «ondulatorio»,* o sea, en el peculiar movimiento de «ondas» que se propagan siguiendo unas leyes peculiares (como las ondulaciones que se producen al tirar una piedra en el agua de un estanque): por ejemplo, teorías sobre la propagación del sonido (en la acústica) o de la luz (en la óptica). El esquema ondulatorio se aplica también a los fenómenos electromagnéticos.

También existían, en la física clásica, *teorías «corpusculares»,* basadas en el estudio del movimiento de «corpúsculos» o «partículas». En la óptica coexistían ambos tipos de teorías, y se discutía si la luz tenía una naturaleza corpuscular u ondulatoria, ya que ambas teorías llevaban a resultados satisfactorios, y cada una explicaba fenómenos que la otra no conseguía explicar.

Ya en el ámbito de la física moderna, Planck formuló la hipótesis de que los átomos absorben o emiten energía de radiación (movimiento ondulatorio) en cantidades discretas –no continuas– que son múltiplos de la «frecuencia» de la radiación (1900). Einstein propuso la hipótesis de que en la luz se combina la naturaleza corpuscular y la ondulatoria en los «fotones», utilizando para ello las ideas y la fórmula «cuántica» de Planck (1905); esta hipótesis fue confirmada por la experimentación («efecto Compton», 1923).

En 1924, Louis de Broglie extendió la hipótesis de Einstein a otras partículas, suponiendo que *las partículas materiales tienen asociada una onda material,* y propuso su famosa fórmula que relaciona características del corpúsculo y de su onda. La «mecánica ondulatoria» desarrollada a partir de esta idea, en estrecha relación con las teorías cuánticas, es una de las partes más importantes de la física moderna, y en ella intervinieron, entre otros, Schródinger y Heisenberg. Este úl-

timo dedujo en 1927 su famoso «principio de indeterminación», según el cual *es imposible determinar simultáneamente con exactitud la posición y la velocidad de una partícula.*

Con el desarrollo matemático de las teorías mencionadas, se han propuesto diversas interpretaciones para intentar compaginar las teorías y los datos experimentales. Como ya sucedió en la física clásica con los fenómenos de la luz, ahora, en la mecánica ondulatoria, respecto a muchos tipos de fenómenos materiales sucede que tanto las teorías «ondulatorias» como las «corpusculares» explican muchos fenómenos satisfactoriamente, pero con la limitación de que la moderna mecánica cuántica no permite determinar con exactitud y a la vez varias magnitudes de una misma partícula.

Es muy difícil dar una interpretación satisfactoria de estas cuestiones, que han provocado controversias entre los físicos[26].

Muchos discuten si ese doble aspecto de la realidad física es real, o si se debe a nuestro modo de conocer, o más concretamente a los límites de nuestro conocer mensurante (según el «principio de indeterminación» de Heisenberg).

Las opiniones principales son:

– interpretación *probabilística,* de Heisenberg, Bohr y otros, llamada también interpretación de *Copenhague* (porque en esta ciudad la precisaron esos científicos en 1927): es imposible dar una interpretación definitiva, debido a los límites insuperables de nuestro conocimiento de lo microscópico, según el «principio de indeterminación». Bohr expresó esta idea con su conocido «principio de complementariedad»: onda y

26. Sobre las diversas interpretaciones, cfr. F. SELVAGGI, *Causalità e Indeterminismo,* Universidad Gregoriana, Roma 1964; F. NICOLAU, *La teoría del indeterminismo en la física actual,* Seminario Conciliar de Barcelona 1965; W. STROBL, *El principio de complementariedad y su significación científico-filosófica,* «Anuario filosófico», 1 (1968), pp. 185-203; R. QUERALTÓ, *Significación filosófica de la causalidad en la física contemporánea,* «Anuario filosófico», 10 (1977), 2, pp. 145-170. Algunas obras de los científicos que se mencionan, donde se exponen las diversas interpretaciones, son: L. DE BROGLIE, *La physique quantique restera-t-elle indéterministe?,* Gauthier-Villars, París 1953; D. BOHM, *Causalidad y azar en la física moderna,* UNAM, México 1959; W. HEISENBERG, *Física y Filosofía,* La Isla, Buenos Aires 1959; E. AGAZZI, *Temas y problemas de filosofía de la física,* Herder, Barcelona 1978.

corpúsculo son dos aspectos complementarios, de los cuales uno desaparece cuando el otro se precisa. Esta teoría fue durante unos treinta años la «interpretación oficial» de la teoría cuántica; la rechazaron otros físicos (Planck, Einstein, Schrödinger) que buscaban una tesis más realista;

– interpretación *ondulatoria,* sostenida por Schrödinger: lo fundamental sería la concepción ondulatoria, y los corpúsculos serían concentraciones energéticas de los campos contínuos;

– interpretación prevalentemente *corpuscular* (Max Born), según la cual la onda sería simplemente la medida de la probabilidad de encontrar las partículas en un punto del espacio y con una energía determinada;

– interpretación *dualista,* que busca conciliar los dos aspectos con un enfoque realista, y es sostenida por De Broglie (quien abandonó la tesis probabilista en 1952), Bohm, Vigier y otros. La realidad microfísica estaría constituida fundamentalmente por partículas, en cuyo núcleo radican las propiedades corpusculares, y que está rodeado por un elemento más lábil (al modo del citoplasma de una célula viviente), sede de los fenómenos ondulatorios, y probablemente generable y regenerable por el núcleo; esta región estaría limitada por una superficie extrema muy elástica, que le confiere variaciones constantes en su extensión .

Por lo que a nuestra cuestión se refiere, es claro que *las teorías de que tratamos no eliminan el problema filosófico de la substancia.* La íntima unión entre las descripciones corpuscular y ondulatoria de la materia microfísica, así como las dificultades para compaginar ambas descripciones, manifiestan una vez más que *no es posible «imaginar» el mundo microfísico mediante modelos tomados de la experiencia ordinaria.* Esos «modelos imaginativos» encuentran necesariamente limitaciones de diversos tipos.

Desde luego, no hay dificultad alguna en admitir que, en la constitución física de la materia, se encuentran siempre presentes diversos procesos energéticos: lo más lógico es que así suceda. Tampoco hay dificultad en pensar que lo que llamamos «partículas elementales» resultara de interacciones energéticas: esto sólo sería inadmisible para los partidarios de un «atomismo mecanicista», según el cual deben existir unas partículas últimas de la materia, que serían inmutables,

a modo de «corpúsculos» absolutamente rígidos e impenetrables.

La primordialidad de la energía nada tiene que ver, pues, con el monismo, es decir, con las substancialización de la energía. La existencia de procesos energéticos en todos los niveles es perfectamente compatible con el reconocimiento de la substancialidad plural y específica presente en el mundo material, aun admitiendo que esa substancialidad está condicionada por fenómenos físicos energéticos. Todo proceso energético estará siempre asociado a una forma de substancialidad (a pesar de las dificultades, a veces insuperables, para identificarla).

d) *Campos y partículas*

La noción de campo sigue poseyendo en la física teórica moderna una notable importancia, pero se ha ido desprendiendo de las implicaciones clásicas que la presentaban como algo radicalmente opuesto a la noción de partícula (en el esquema mecanicista, a la noción de «materia»).

Las *teorías de campos* estudian la materia en función de distribuciones de fuerzas o energías a través de medios continuos, esto es, sin ocuparse directamente del carácter discreto (o discontinuo) de la materia. A las teorías clásicas de campos, que estudian los fenómenos electromagnéticos y gravitatorios de acuerdo con la relatividad einsteniana, se han sumado, en la segunda mitad del siglo XX, diversas teorías cuánticas de campos, que intentan describir también los fenómenos a nivel subatómico y subnuclear, para dar una interpretación global de la estructura íntima de la materia. A los campos *electromagnéticos* y *gravitatorios* se han unido dos nuevos campos de fuerzas, denominadas *fuertes y débiles,* y presentes sólo a nivel subatómico[27]. Existen así cuatro tipos de *interacciones* fundamentales en la materia, que las actuales teorías tratan de describir y de unificar en leyes generales. Pese a los grandes avances realizados en este sector de la física, no se dispone todavía de una teoría unificada de carác-

27. Las interacciones *fuertes* son las responsables de la estructura y cohesión del núcleo atómico; las *débiles* se hacen presentes, por ejemplo, en fenómenos de transmutación nuclear, como el *β-decay*.

ter definitivo. Causas de esto son la gran complejidad teórica de estos estudios, y la notable dificultad existente para realizar observaciones experimentales, que requieren siempre complejos instrumentos, como los aceleradores de partículas.

Algunas teorías han intentado reducir los modelos de partículas a teorías puras del campo. Un ejemplo fue la «Teoría Unitaria» propuesta por Einstein en sus últimos años para unificar los campos electromagnético y gravitatorio[28]. Einstein defendió la necesidad de prescindir del concepto de partícula, para representar toda la realidad sólo mediante campos espacio-temporales que darían origen a todos los fenómenos físicos[29].

La teoría de unificación einsteniana, al igual que otras similares propuestas por Weil, Kaluza, etc. tuvo poco éxito. Las teorías actuales, en cambio, intentan casi siempre hacer compatibles los conceptos de partícula y campo. En concreto, hoy se tiende a asociar los campos correspondientes a los cuatro tipos de interacciones a las llamadas *partículas de interacción:* los *gluones,* para las interacciones fuertes, los mesones $W^{\pm}$ y Z^{o} para las débiles, el *fotón,* responsable del campo electromagnético, y el *gravitón,* para el campo gravitatorio.

Es difícil, en el actual estado de desarrollo de las teorías físicas, dar un juicio acerca del tipo de realidad que correspondería a estos entes físicos: partículas elementales, campos de fuerzas y sus partículas de interacción. Incluso desde el punto de vista físico estamos hoy lejos de poseer una interpretación definitiva. Tanto los campos como las partículas parecen corresponder a fenómenos reales, al menos por lo que se refiere a una gran parte de los casos mencionados, en los que se dispone de verificaciones experimentales consideradas como válidas. Pero parece claro que también a nivel subatómico es necesario acudir a este doble tipo de descripción de la realidad física; tanto los campos de fuerzas como las partículas serían dos modos de representarla y, al mismo tiempo, dos aspectos o manifestaciones de esa realidad. Este hecho

28. Su formulación más definitiva *(Generalisation of Gravitation Theory)* se publicó como apéndice a A. EINSTEIN, *The meaning of Relativity,* 4.ª ed., Princeton 1953.
29. Cfr. A. EINSTEIN, *Prefazione* a AA.VV., *Cinquant'anni di relatività,* Ed. Universitaria, Florencia 1955, p. XIX.

repetimos, no presenta obstáculo alguno contra la substancialidad en el mundo material. Parece indicar, por el contrario, que no se trata de dos realidades opuestas, ni de dos tipos independientes de substancialidad, sino de aspectos físicos de una única realidad.

CAPÍTULO III

LA UNIDAD DE FORMA Y MATERIA

1. INTRODUCCIÓN

Hasta aquí hemos tratado de la substancia corpórea como núcleo individual, subsistente y esencial que caracteriza a los cuerpos. Ahora hemos de pasar a su análisis interno desde el punto de vista filosófico, lo cual nos permitirá caracterizar adecuadamente la naturaleza del ente corpóreo como tal. No buscamos conocer un tipo de substancias corpóreas en particular, ni describir sus propiedades y partes físicas, sino que nos interesa la cuestión de la substancialidad corpórea en sí misma. A estos efectos notamos una serie de características de los entes materiales.

a) *En los cuerpos hay estructuras que se repiten,* y que por tanto, son *comunes* o *universales,* aunque se encuentran realizadas en los individuos. Existe una riqueza asombrosa de formas en la naturaleza: ésta no se presenta como un conjunto de individuos absolutamente hetereogéneos, sino con rasgos comunes, susceptibles de complejas clasificaciones. Este fenómeno es universal: tanto en el reino inorgánico como entre los vivientes se podrían citar innumerables ejemplos, que la ciencia no cesa de describir. Las configuraciones naturales son variadísimas y de todos los géneros; los entes corpóreos muchas veces hasta tienen una *figura* o forma dimensiva propia, como las estructuras geométricas de los cristales, o las figuras bien determinadas de los diversos animales y del cuerpo humano. En virtud de las formas profundas (formas «substanciales» o «esenciales»), los individuos materiales se sitúan dentro de una *especie:* en el mundo observamos pues, un ni-

vel específico y otro nivel individual; los seres que poseen una estructuración esencial común pertenecen a una misma especie y, al mismo tiempo, las especies se encuentran siempre multiplicadas o realizadas en individuos.

b) *En los cuerpos hay transmutación de formas esenciales,* o cambios intrínsecos que tienen un alcance universal. Es decir, las cosas se manifiestan como mutuamente transmutables, aunque no de cualquier modo, sino según leyes precisas y ordenadas. Así, la substancia de un animal puede ser enteramente asimilada por la de otro animal, pero siempre que el primero se destruya, o pierda su estructuración específica, para que su materia se incorpore a una estructura diversa. De este modo, todo ente material, con las debidas condiciones, puede ser transformado en otro ente material distinto. Hay, pues, en el universo una comunidad íntima entre todos los seres, un cierto sustrato común que puede transmutarse en cualquier cosa, al que llamamos «materia», o «materia prima» (por ahora, tomamos estas expresiones como equivalentes).

c) *Estas características se dan analógicamente en los cuerpos artificiales.* En el mundo de las cosas artificiales –productos de la técnica humana– existen también objetos con una «forma» definida, clara, que se multiplica en muchos individuos (la forma «automóvil», diversa de la forma «tren»; dentro de la primera, a su vez, las formas de los diversos «modelos» de automóviles). Al mismo tiempo, la transformabilidad de los objetos artificiales se basa en un substrato común, que en las actividades industriales se suele llamar «materia prima», y que es la substancia natural con la que se fabrican los objetos. El hierro puede adoptar la forma de una cama o de un cuchillo, y el hierro de un cuchillo puede intervenir en la fabricación de una cama, con tal que se despoje de su forma de cuchillo. Se comprueba pues que hay evidentemente una analogía entre el mundo natural y el artificial; sin embargo, la dualidad forma-materia no se toma de las realidades artificiales, sino que está realmente presente en la naturaleza.

En definitiva, estas observaciones nos llevan a concluir que *las cosas corpóreas son esencialmente compuestas, y que la composición fundamental es la de forma substancial y materia prima.* La substancia corpórea no es simple, sino que en sí misma entraña esta dualidad de principios, raíz de un sinnúmero de propiedades. Esta tesis puede considerarse como

la verdad fundamental de la filosofía de la naturaleza, porque define esencialmente al ente corpóreo.

2. La síntesis hilemórfica[1]

En el capítulo anterior se ha estudiado cómo el ente corpóreo está constituido por la substancia y los accidentes. Hemos llegado ahora a una estructura más profunda, que afecta a la misma substancia, según la cual ésta consiste en dos principios esenciales, de los que uno es soporte del otro: la materia prima es sujeto de la forma substancial, que la determina a *ser* de un determinado modo. Esta síntesis es muy distinta de la anterior, porque la materia prima no es un sujeto subsistente, y como tal carece de esencia o de «contenido esencial»; además, al poseer la forma esencial, recibe una determinación que da al ser físico su *ser substancial* (por ej., hace que el oro sea oro, y no plata o estaño). Materia prima y forma substancial son dos principios complementarios que constituyen conjuntamente la substancia o esencia de cada cuerpo. Cada uno de ellos no es una substancia o un ente, sino que sólo en cuanto están unidos dan lugar a una substancia completa. Esta unidad se puede llamar *hilemórfica* (del griego, *híle,* materia; *morfé,* forma).

Argumentos para conocer la composición hilemórfica

Estos argumentos se basan en el presupuesto de la distinción numérica y específica entre las substancias del universo material. Las dificultades que algunos encuentran se deben a que, por distintos motivos, no llegan a admitir la pluralidad de substancias en el mundo corpóreo. Los argumentos son fundamentalmente dos:

1. Sobre el hilemorfismo, cfr. ARISTÓTELES, *Física,* I; *Metafísica,* VIII; Tomás DE AQUINO, *In Phys.,* I; *In Metaphys.,* VIII; *De Ente et Essentia,* cap. 2; *De principiis naturae,* cap. 1 y 2. Algunos estudios interesantes son: P. DESCOQS, *Essai critique sur l'hylémorphisme,* Beauchesne, París 1924; R. MASI, *Le prove dell'illemorfismo e il loro significato metafisico,* «Aquinas», 2 (1959), pp. 60-94; E. RÜPPEL, *Vom Sinn des Hylemorphismus,* «Freiburger Zeitschrift für Philosophie und Theologie», 21 (1974), pp. 291-303.

a) *Los cambios substanciales:* así como el cambio accidental nos da a conocer la estructura substancia-accidentes, del mismo modo el cambio substancial nos lleva a admitir la composición de materia-forma. Advertimos que las cosas sufren modificaciones profundas, pasando no sólo de *ser de un modo* a *ser de otro modo* (esto es, cambiando su ser *«secundum quid»,* o en algún sentido accidental), sino que llegan a *dejar de ser* en sentido absoluto (pierden su *esse simpliciter),* o *llegan a ser* también en sentido absoluto (adquieren el *esse simpliciter).* Es evidente también que estas modificaciones substanciales –que denominamos generaciones y corrupciones– no suponen creación y aniquilación: el animal que muere ciertamente se destruye como animal (el mismo *suppositum,* o substancia individual, se corrompe del todo), pero no vuelve a la nada, sino que *se transforma* en otras substancias inorgánicas.

Pero si es real esta transformación, podemos preguntarnos, ¿qué es lo que se transforma? Si el *sujeto* de esa transmutación fuera una substancia, entonces la muerte del animal sería un mero cambio accidental, pues a una substancia constituida no pueden añadírsele más determinaciones que no sean accidentales; por ejemplo, si alguien dijera que el sujeto substancial de la muerte de un viviente fuera el «agua», el «hidrógeno», la «energía», etc., entonces habría que admitir que el animal no es más que un estado accidental del agua, hidrógeno o energía. De ahí inferimos que, siendo el animal una verdadera substancia, el sujeto de esa transformación, que es la muerte, es «algo que no es una substancia», pero que es una «parte substancial» del animal, a lo que llamamos materia. La materia pierde en este caso una forma substancial, adquiriendo otra.

Un razonamiento, análogo se puede hacer para la generación: una nueva substancia no procede de la nada, sino que surge por transformación a partir de otras substancias, y esa transformación exige un sujeto común, que no sea una substancia (de lo contrario, la generación sería un cambio accidental).

Discusión del argumento precedente. Alguien podría objetar que no es necesario recurrir a la materia prima, pues los cambios substanciales se explican por la reorganización de un material subyacente. El substrato común del cambio profundo

serían las fuerzas elementales de la materia, la base físico-química, la energía, etc., que adquieren nuevas configuraciones formales.

Desde luego, cuando un cuerpo se transforma en otro, hay una base material que se organiza de otro modo (átomos, moléculas, etc.). Pero esa base material no puede ser una substancia en acto, pues entonces ese cambio sería accidental (y todo cambio físico sería accidental), mientras por otra parte en el capítulo anterior hemos visto que existen realmente diversas substancias. En tal substrato material se da, pues, una capacidad receptiva de una nueva forma substancial (la materia prima), junto con la configuración accidental del cuerpo, antes actualizada por una forma substancial, y que después del cambio profundo pasa a estar actualizada por otra (estos puntos quedarán más claros cuando expliquemos los diversos niveles de composición, en el capítulo IV).

Si bien el cambio substancial, desde el punto de vista de la base material, se puede explicar como una redistribución de elementos físicos, no por eso es superflua la materia prima, siempre que se reconozca que se dan verdaderos cambios esenciales. Insistimos: aunque «parezca» que un sustrato material en acto permanece (por ej., el *cuerpo* de un hombre vivo y de ese mismo hombre ya muerto), en realidad sucede que los accidentes pasan a estar regidos por una nueva forma esencial, o por varias.

Precisamente por esto, el argumento presentado no depende de que se demuestre la transmutabilidad de *todas* las cosas físicas, o de los objetos microfísicos. El argumento sólo exige que se den cambios substanciales en el mundo.

b) *La multiplicidad de individuos de la misma especie:* las estructuras esenciales de las cosas son como «modelos» comunes que se reproducen «en serie» en una multitud de individuos indefinida. Este fenómeno indica que esa estructura, la *forma* o acto formal, está entrando en composición con otra cosa, en la cual se realiza o se materializa, que es la *materia prima* de la que están hechas todas las cosas.

Esta composición permite explicar la semejanza-desemejanza entre los individuos: *Esta agua* es semejante a *esta otra agua* en cuanto a la forma (que químicamente tiene su expresión en la fórmula molecular), y es diferente porque *esta materia* no es *aquella otra:* así decimos que dos moléculas de

agua difieren materialmente, y se identifican formalmente. Si no hubiera una materia prima, no podría darse esta conveniencia-disconveniencia entre los individuos: éstos serían totalmente distintos, formando cada uno una especie propia, o se identificarían del todo.

Hay, pues, un substrato material, de por sí indiferenciado, que es determinado *aquí* y *allí* por una forma en ambos casos. Puede decirse que la forma se «multiplica» en los distintos individuos, puesto que el modo de ser propio de la forma se encuentra realizado concretamente en cada individuo, determinado por la materia. Una forma sin materia sería única en su especie (es lo que sucede en los seres puramente espirituales); la materia sin ninguna forma en cambio no es posible, pues sería un puro substrato sin ninguna determinación. Nótese que la materia, una vez más, no puede ser una substancia completa, porque en ese caso las diferencias substanciales se reducirían al orden accidental.

Adviértase que este segundo argumento es independiente del primero, y en cierto sentido más eficaz, ya que no requiere la comprobación de un determinado cambio sustancial. Aun en la hipótesis de que ciertos cambios substanciales no fueran posibles, o de que una determinada substancia fuera intransmutable en otra –hipótesis que filosóficamente no repugna–, bastaría la observación de que esa substancia se multiplica en varios individuos, o de que al menos idealmente puede hacerlo así, para que podamos legítimamente inferir la composición de forma y materia.

Se podría pensar que, si el universo fuera una única substancia corpórea, es decir, si no hubiera posibilidad de cambios substanciales, ni existiera una multiplicidad de individuos de una sola especie, los argumentos precedentes no serían válidos. Basta, sin embargo, que un individuo corpóreo sea idealmente multiplicable en otros, para distinguir su forma de su materia. Además, aparte de cuanto hemos visto en el capítulo anterior sobre la multiplicidad de las substancias, el cambio substancial consta con bastante claridad: paso del no-viviente al viviente (alimentación), y viceversa (muerte), así como las reacciones físicas y químicas profundas (descomposición molecular, desintegración atómica).

Modalidad de la síntesis hilemórfica

Recordemos que ahora hablamos de la forma substancial (a diferencia de las *formas accidentales,* o actos propios de un modo accidental de ser), y de la materia prima (a diferencia de la *materia segunda,* o substancia completa). La materia prima y la forma substancial integran juntamente la esencia de toda substancia corpórea, que en virtud de la forma es *tal ente* (oro, plata, hierro), y en virtud de la materia es *individuo* distinto de otros de la misma especie (*este* oro, *esta* plata).

Se trata de dos partes esenciales de la substancia, o de dos co-principios esenciales: son partes de la esencia, que no han de entenderse de modo cuantitativo o como teniendo un modo de ser completo. No cabe situarlas en un determinado sitio del cuerpo. Tampoco se ha de pensar que la materia es el cuerpo visible y que la forma sería como una «entidad invisible» situada dentro del cuerpo. Son dos realidades (inteligibles *per se* y sensibles *per accidens,* como la substancia) que están presentes en todo el ente corpóreo y en cualquiera de sus partes.

Forma y materia constituyen dos *principios,* esto es, realidades que determinan el ser del ente corpóreo; siendo complementarios e inseparables, pueden llamarse también *coprincipios,* ya que cada uno ejerce su función en unión con el otro. No han de entenderse como «cosas» o «entes» completos; no son realidades *quod* (un *qué,* o ente concreto), sino principios *quo* (principios «por los cuales» algo es, pero ellos mismos no son «algo», en el sentido de entidades substanciales). No resultan «aislables», ni pueden obtenerse en un laboratorio químico, pues sólo cabe separar los entes concretos, y no los principios de las cosas.

La materia y la forma se unen como la potencia y el acto. Su mutua unión no es una simple yuxtaposición por contacto o por virtud de una especie de «fuerza» particular que los mantuviera juntos, pues ese tipo de unidad cabe sólo entre entes completos, o entre las partes cuantitativas de una substancia.

La unidad existente entre la forma y la materia se entiende a la luz de la doctrina del acto y la potencia: la materia es *potencia de la forma,* sujeto receptivo del acto formal, y

a su vez, la forma es *acto de la materia,* perfeccionamiento o determinación esencial de la materia. Se unen inmediatamente y por sí mismos, en cuanto cada uno de ellos es *en* el otro. Con una comparación analógica, no cabe preguntarse cómo se une la forma de una estatua al mármol del que está hecha, pues simplemente la forma está en el mármol como su acto (acto accidental en este caso), y el mármol está en la forma de la estatua como su materia potencial. La realidad completa y subsistente es la síntesis de estos coprincipios, la *materia formada* o *la forma «materiada»;* la substancia es el *compuesto* (en griego, *sínolon)* de materia y forma, que en la comparación anterior corresponde a la estatua entera.

Por consiguiente, esta unidad es diversa de la estructura de *substancia-accidentes.* La unión de substancia-accidentes es otra modalidad de relación potencia-acto, pues la substancia se comporta como potencia respecto a los actos accidentales. Pero en la vinculación de materia-forma no hay sujeto substancial alguno, sino que la substancia procede de la unidad de los dos principios hilemórficos. No hemos de imaginar, pues, que la forma es *en* la materia como un accidente es *en* la substancia: ni la materia ni la forma pueden subsistir por sí mismos, pues no son substancias, aunque la materia sea sujeto receptivo y la forma sea acto recibido. La subsistencia compete al compuesto de materia y forma.

3. La materia prima

Noción

Es difícil aferrar la «naturaleza» de la materia prima, porque en sí misma carece de naturaleza y no es nada determinado. Llegamos a ella por análisis metafísicos de la estructura de los cuerpos, y ayudándonos con la analogía de las cosas artificiales: así como los objetos artificiales se producen siempre a partir de una materia previa (como un cuchillo se hace del hierro o la plata), de un modo semejante las cosas naturales se transforman substancialmente a partir de una materia primordial, «de la que se hacen» todas las cosas, no siendo ella misma ninguna entidad determinada.

La materia prima es el sujeto primero del ente corpóreo, principio esencial a partir del cual éste se genera, intrínseco a la cosa generada[2]. La materia prima tiene caráter de sujeto o *sustrato* que permanece en una mutación substancial, en la que algo se genera o se corrompe. Es sujeto *primero,* porque no existe otro sujeto anterior a partir del cual la materia podría «fabricarse»: si así fuera, la materia sería un tipo de ente determinado, compuesto a su vez de una forma y una materia, y el problema se replantearía al infinito. Por eso la llamamos *materia prima,* mientras que a los sujetos de los cambios accidentales se les llama *materias segundas.*

La materia prima es un sustrato primero *ex quo,* a partir del cual algo se hace *(fit);* es pues el término *a quo* o principio inicial del *fieri simpliciter,* del hacerse substancial de algo: por ej., cuando muere un hombre, su cuerpo se transforma en una multitud de substancias inorgánicas que se generan; podemos decir en este caso que esas substancias *proceden del hombre* que murió (indicamos así la materia prima con la forma que poseía anteriormente), pero sería más exacto decir que proceden de la materia prima de ese hombre (así como, análogamente, una estatua puede hacerse *de* otra estatua, en cuanto se hace *del* mármol de la otra estatua).

Sin embargo, este principio no interviene sólo en el *fieri,* sino también en el *esse* de la cosa constituida: no es como la privación, principio de la generación pero que desaparece con el advenimiento de la nueva forma; la materia prima permanece en el ente generado, como parte esencial y constitutiva, que hace posible una ulterior destrucción de ese ente y genración de otro (por tanto, no sólo es principio *ex quo,* sino principio *in quo* o «en el cual» actúa la forma).

La materia prima es potencia pura, completamente indeterminada. Cualquier realidad que recibe un acto, se comporta ante éste como una potencia; así, la substancia es potencial respecto de los accidentes. Algo puede ser acto en sí mismo, y potencia en orden a otra cosa (como un niño es algo actual, con potencialidad respecto a la condición de hombre maduro). Sin embargo, no es éste el caso de la materia prima, que no es simplemente potencia de la forma, sino *potencia pura,*

2. Cfr. Tomás DE AQUINO, *In Phys.,* I, 15 (139).

carente de toda actualidad en sí misma; si la materia tuviera algún acto, se constituiría ya como una substancia, y las formas de oro, plata, agua, etc., serían accidentales. La condición de pura potencia es exigida porque la materia prima es potencia en el orden substancial, y esto implica que no sea nada en ese orden (y por tanto, mucho menos en el orden accidental, que es posterior).

Como comparación, se puede pensar en la cera, que es capaz de asumir una figura cúbica, esférica, triangular, o cualquier otra, con tal de que en el orden de la figura sea completamente indeterminada; lo mismo hay que decir de la materia prima en cuanto a la substancia: para que sea un sustrato que pueda adquirir una y otra forma substancial, debe estar privada de toda determinación substancial: *neque quid, neque quale, neque quantum*[3], ni esencia, ni cualidad, ni cantidad, ni alguna otra de las determinaciones del ser. La materia prima es absolutamente *indeterminada: no es nada en acto, porque lo es todo en potencia* (en cuando a las perfecciones corpóreas). No es «algo» que tiene potencia, sino que *es* potencia en sí misma.

En cuanto potencia, ella es una capacidad real: no es privación, ni una posibilidad lógica. El hecho de que esté privada de toda actualidad no significa que se reduzca a ser una privación de la forma (una no-forma), como parece que la entendieron los platónicos. La materia prima es *real:* posee la realidad disminuida y «oscurecida» de la potencia pasiva, capacidad de adquirir un acto: *es,* pero con un ser *potencial.*

La primera potencia del cuerpo no puede existir sin la forma substancial. Un ente puramente potencial no puede existir: todo lo que existe es *ente,* que tiene *ser en acto* y no puede consistir sólo en ser potencial. Esto implica que la materia prima sólo puede existir como parte potencial de un ente actual, es decir, como coprincipio actualizado por la forma. Admitir la existencia separada de un ente puramente potencial es una contradicción; la materia siempre se encuentra bajo una forma, y la forma hace que esa materia «sea en acto», o que esté participando de un acto. Si la materia *es,* es por-

3. Cfr. Tomás DE AQUINO, *In Metaphys.*, VII, 2 (1285-1289).

que *habet esse,* está participando del *actus essendi* o acto de ser, que recibe de la forma que la actualiza.

Así lo explica Santo Tomás: «Todo lo que es en acto, o es el mismo acto, o es una potencia que participa del acto; ser en acto repugna a la materia como tal, que en sí misma es potencia. Resulta entonces que la materia no puede ser en acto sino en cuanto participa de un acto, y el acto participado por la materia no es más que la forma; por tanto, *es lo mismo decir que la materia es en acto, que decir que tiene forma.* Afirmar que la materia es en acto sin la forma, es afirmar que dos contradictorios son a la vez, y esto Dios no puede hacerlo»[4]. Es decir, ni siquiera cabe que Dios produzca una materia subsistente, porque eso supondría hacer que sea en acto lo que carece de todo acto, lo cual es contradictorio.

Propiedades de la materia

Podemos mencionar algunas notas de la materia prima, que se desprenden de lo que se ha dicho antes:

a) *Ingenerable e incorruptible:* si la materia prima surgiera por transformación a partir de otra cosa, tendría composición de forma y materia, y habría una «materia de la materia», que a su vez plantearía el mismo problema al infinito. Es pues ingenerable y, por motivos análogos, es también indestructible. Aristóteles, al desconocer la creación, pensaba que era eterna. Santo Tomás, que por la fe conocía la creación *in tempore,* mostró que sostener que la materia prima no era eterna no contradecía a la razón, si bien no se puede demostrar racionalmente. Así, explicó que la materia prima propiamente fue «concreada» con la forma: Dios creó substancias corpóreas con esta composición. Sólo por aniquilación divina la materia prima del mundo podría dejar de existir[5].

b) *Totalmente pasiva:* la materia prima es la pasividad misma, pues consiste en pura capacidad receptiva substancial. Es principio de todo lo que un ente corpóreo puede *padecer* (recibir el influjo de otros, lo cual implica potencialidad), que en el orden substancial no es más que la corruptibilidad y la

4. *Quodl.*, III, q. 1., a. 1., c.
5. Cfr. Tomás De Aquino, *In Phys.*, I, 15 (139); *In Metaphys.*, XII, 3 (2442-2443); *De natura materiae,* cap. I (369).

generabilidad. No es principio de lo que un ente puede *hacer*: no es raíz de ninguna actividad del cuerpo, porque las acciones se producen a partir de los actos que tienen las cosas.

c) *Ni una ni múltiple:* si la materia prima en sí misma no es acto, no puede ser ni «una» ni «múltiple». Cada cosa corpórea tiene obviamente su propia materia prima, y en este sentido podemos decir que, *per accidens,* hay tantas mateias primas cuanto entes físicos hay en el mundo (lo cual varía del continuo). Pero la unidad adviene a la materia prima, como veremos al tratar de la individuación del ser corpóreo, de la presencia de la cantidad dimensiva, que hace que la materia sea *ésta* o *aquélla.* Por eso, si un cuerpo se multiplica en varios, o si muchos se unifican en uno, no tiene mucho sentido preguntarse «cuántas» materia primas resultan, como si tal principio fuera una «cosa», que admite generarse, multiplicarse, etc. Lo que se divide, unifica, multiplica, etc., es el ente concreto, en virtud de sus principios intrínsecos (forma, materia, cantidad), cada uno de los cuales y todos en conjunto hacen posible, según sus propias funciones, las transformaciones de las cosas materiales.

No se ha de confundir la noción filosófica de materia prima con la noción física de *materia.* A veces los físicos entienden por materia el ente dotado de masa, o la misma propiedad de la masa. La transformación de la materia (masa) en energía no supone, por tanto, la desaparición de la materia prima. Por otra parte, en el vocabulario usual y también en el científico, muchas veces se entiende por materia lo que en filosofía se llama «materia segunda», es decir, los entes materiales concretos.

Conocimiento de la materia prima

La materia prima no es sensible ni imaginable, sino puramente inteligible. Sin embargo, aun su misma inteligibilidad es peculiar, pues es una realidad que no se capta directamente, sino por su relación con otros entes. Se entiende lo que *es,* y en la medida en que es. La nada es del todo incognoscible en sí misma, por ser carencia absoluta de ser; la potencia, en cuanto modo de «ser» disminuido, es menos inteligible que el acto, pues *es* propiamente lo que *es acto.* Más exactamente, la potencia se entiende por su relación al acto: así,

entendemos la potencia de poseer blancura, precisamente en orden al acto de la blancura.

La materia prima al ser pura potencia, es el aspecto más oscuro o menos inteligible del universo, y siempre se entiende en orden a la forma, como potencia de la forma substancial[6]. *Pero cabe decir también que la conocemos por analogía con la composición de substancia-accidentes,* tal como se da especialmente en los objetos artificiales: lo que es la substancia para los accidentes, es la materia prima para las formas substanciales[7].

Sin embargo, no es difícil hacerse una idea sobre la realidad y el significado de la materia prima, a través del concepto de *materialidad.* Tenemos experiencias constantes de entes materiales: lo difícil es precisar qué significa «ser *material*», prescindiendo de toda determinación (ser «árbol», «mineral», etc.). Se advierte fácilmente que «ser algo material» es un aspecto real, pero que siempre se da unido a un modo de ser determinado. De este modo, se puede comprender sin dificultad la realidad de la materia prima, junto con su indeterminación (potencialidad) máxima: la materialidad nunca se da separada de los modos determinados de ser físico.

4. La forma substancial

En el lenguaje corriente, *forma* suele connotar una configuración geométrica, como cuando decimos que un objeto tiene una forma esférica o triangular. En filosofía, la forma substancial consiste en un principio inteligible –ni sensibble ni imaginable– por el cual un ente corpóreo tiene una determinada esencia o modo de ser *simpliciter.*

Al estudiar los cuerpos podemos preguntarnos: ¿qué es específicamente este cuerpo? O más concretamente, ¿qué es el uranio, el potasio, o el cuerpo humano? Si redujéramos estas realidades a conjuntos de propiedades, o a agregaciones de partículas (aparte de que así no explicamos la intrínseca unidad de esas substancias), el problema se repetiría indefinida-

6. Tomás De Aquino, *In Metaphys.*, VII, 10 (1496).
7. Cfr. Tomás De Aquino, *In Phys.*, I, 13 (118).

mente a niveles más ínfimos del análisis. Esas preguntas apuntan a la esencia de los entes que han sido cuestionados, esencia que debería expresarse en una definición. Pero aunque esto no fuera posible, al menos cabe decir que esos objetos poseerán algún acto unitario y real, como una actualidad interna por la cual son lo que son: llamamos a ese acto, la *forma substancial*. Por otra parte, los entes también *son* según modos de ser accidentales, y podemos denominar a los accidentes *actos accidentales*, o *formas accidentales*, como el color, la dureza, o la cantidad.

La forma substancial es el principio intrínseco del ente corpóreo por el que éste tiene un determinado modo de ser substancial:

a) *Las cosas tienen un principio intrínseco de unidad y organización*, cuando son efectivamente substancias individuales y no estados de agregación. Una multitud de hombres, aunque se organicen para formar una sociedad, serán siempre substancias independientes en el ser y en el obrar; la unión de una sociedad no exige la presencia de una «forma substancial de sociedad», sino que se explica por el conjunto de relaciones entre los individuos. En cambio, un individuo corpóreo presenta facetas específicamente muy definidas, un comportamiento constante, una variedad de partes coordinadas en una totalidad estructural irreductible a la suma de partes: este hecho implica que en tal individuo debe existir un principio interno y único de substancialidad, de unidad y de especificidad, que es la forma. La «forma» es, pues, un acto intrínseco y esencial por el que un ente corpóreo se organiza y actúa de un modo determinado y constante.

b) *La forma es la parte determinante de la esencia de un cuerpo*. En los párrafos anteriores hemos descrito la forma casi como si fuera un sinónimo de esencia; esto es razonable en cierto modo, porque la esencia o naturaleza de una cosa procede de su forma, por la que un cuerpo es específicamente *tal* cuerpo y no otro. Sin embargo, ya vimos que los entes corpóreos existe otro principio de substancialidad, que es la materia prima. La forma es acto de la materia, y ambas constituyen en sentido estricto la esencia de los entes corpóreos: ésta es *compuesta*, porque consta de dos principios substanciales, uno actual y otro potencial. Un ente que fuera *sólo forma* tendría una esencia simple, y sería inmaterial: éste es

el caso de las substancias espirituales angélicas [8]. Respecto a los cuerpos, es inexacto decir que su esencia es su forma (como pensaban los platónicos), pues la materia también es parte de su esencia.

c) *La forma no es simplemente una estructura, (función, código genético, etc.).* Conocer las estructuras específicas de los cuerpos es un camino rápido y eficaz para determinar la substancialidad y la presencia de una forma, porque constituyen un signo adecuado y muchas veces inequívoco de la esencia. Sin embargo, la forma no es la «estructura», que en sí misma consiste en un conjunto unitario y armónico de relaciones, sino que es un acto del que dinama la organización estructural de la materia, su «programa». Es más, la forma es necesaria para dar razón de las estructuras.

Funciones de la forma substancial

Podemos enunciar las siguientes:

a) *La forma es principio especificante y determinativo del ser de los entes corpóreos:* las cosas *son* en el orden substancial según su forma, y este «ser de tal modo» las coloca en una determinada *especie;* en el mundo hay tantos tipos de formas substanciales como especies (especie *caballo, ciprés, mercurio,* etc.), cuya materia prima hace que se multipliquen en numerosos individuos.

Nótese el vínculo entre *forma y ser;* algo *es* en cuanto tiene una forma, y se genera o se corrompe –llega a *ser,* o deja de *ser*– en la medida en que se adquiere o pierde la forma substancial: «el ser *(esse)* de por sí sigue a la forma, pues cada cosa tiene ser según su propia forma, y la forma no puede de ningún modo separarse del ser» [9].

8. Conocemos la existencia de los ángeles sólo por la Revelación divina. La fe nos enseña que son puros espíritus, esto es, seres inmateriales, y según los principios de la filosofía tomista los podemos caracterizar como «formas subsistentes» o «formas inmateriales». En este estudio nosotros en determinadas ocasiones hacemos alguna observación comparativa con relación a los ángeles, con el objeto de ilustrar mejor la exposición de ciertos problemas (sabiendo, como es lógico, que la consideración del tema pertenece a la teología, no a la filosofía).

9. Tomás DE AQUINO, *De anima,* a. 14, c. La metafísica estudia con más detalle cómo la forma no se identifica con el ser, sino que lo especifica

b) *La forma da el ser a la materia y a todo el compuesto: «forma dat esse»*[10]. Es el núcleo originario desde donde se transmite el ser a todo el ente corpóreo: comunica el *esse* al compuesto según una modalidad específica, haciendo que el ente corpóreo sea *simpliciter*, y que sea de tal *especie*. Concretamente, la forma substancial otorga el ser a la materia: no produce la potencialidad de la materia, pero sí la actualiza, haciendo posible su existencia.

Por otro lado, la forma substancial es la raíz de donde emana la estructura accidental de la substancia. En este sentido, la forma es –como vimos– principio *organizativo* de la complejidad física del ente material, así como también principio *dinámico*, pues de ella brotan todas las actividades de la substancia, todo lo que ésta *hace* en el ámbito material en que se mueva.

> Estas funciones no hacen de la forma una substancia: *la forma substancial no es un ente «quod», sino un principio «quo»,* que al actualizar una materia, constituye una substancia. Por tanto, el mismo *esse* de la forma, que se entrega a la materia, es el *esse* del compuesto. El ente corpóreo es uno, y tiene un único acto de ser: «es el mismo el *esse* de la forma y el *esse* de la materia, que es el *esse* del compuesto»[11].

c) *La forma substancial es el acto primero del cuerpo, no en sentido temporal, sino por naturaleza.* Si bien el acto primero radical de un ente es su *actus essendi,* previo a la misma forma esencial (cuestión metafísica que se estudia a otro nivel), aquí puede decirse que el «primer» acto específico de un cuerpo es su forma substancial. En otras palabras, no puede haber una formalidad anterior al acto substancial. De este último brotan las restantes formalidades, que son todas accidentales.

Por otra parte, no es posible que la forma substancial sea

o determina, haciendo que no sea *puro ser,* sino *ser contraído* o *limitado* a una modalidad exclusiva (por ej., *ser manzano);* «la forma es determinativa del mismo ser» *(forma est determinativa ipsius esse)* (Tomás DE AQUINO, *De Hebd.,* I, II).

10. Cfr. Tomás DE AQUINO, *De Ente et Essentia,* c. 4 (24); C.G., II, 68.
11. Tomás DE AQUINO, *S. Th.,* I-II, q. 4, a. 5, ad 2.

posterior a algún accidente, pues éste subsiste en la substancia. Por otro lado, tampoco cabe que la forma substancial actúe sobre una materia dotada de algún acto previo: este acto no podría ser un accidente (que es posterior a la substancia), ni un acto substancial, porque entonces ya tendríamos una substancia constituida, y todo nuevo acto adveniente a una cosa hecha –salvo el caso de una corrupción– necesariamente debe serle accidental, pues la forma específica sólo puede ser una.

Unicidad de la forma substancial

Los razonamientos anteriores muestran con claridad que *la forma substancial es única para la substancia individual.* De lo contrario, no se respetaría la intrínseca unidad estructural y funcional de la substancia, que es precisamente la que nos lleva a conocer la forma substancial. Un ente con una forma substancial determinada hace imposible la posesión simultánea de otra forma substancial, lo mismo que un cuerpo redonde no puede ser a la vez triangular.

Esta tesis fue defendida por Santo Tomás en contra de la opinión casi unánime de los autores contemporáneos y anteriores[12]. Algunos neoplatónicos sostuvieron la tesis de la pluralidad de formas substanciales en el mismo ente (p. ej., un caballo tendría la forma correspondiente al caballo, pero también las de animal, viviente, etc.), por una confusión entre el orden lógico y el real.

Otra dificultad parece ser que en las substancias compuestas permanecen los elementos componentes con sus propiedades (al menos en parte), como se comprueba al obtenerlos por descomposición del compuesto. Cuando no se trata de simples agregaciones de substancias, sino de una verdadera substancia compuesta, se dará una única forma substancial; pero en ese caso *los componentes permanecen virtualmente en el compuesto,* esto es, pueden regenerarse a partir de él; mas no están en él según su modo de ser individual e independiente, sino incorporados a la nueva substancia[13].

12. Para una visión histórica de la cuestión, cfr. R. MASI, *Cosmologia,* cit., pp. 125-131.

13. Se trata este problema con más detenimiento en el capítulo siguiente.

Gradación e indivisión de las formas substanciales

La observación de la naturaleza manifiesta que las substancias específicas, y por tanto sus formas esenciales, se disponen jerárquicamente, según grados de menor a mayor perfección.

Las formas se ordenan en grados esenciales, de los cuales, el más alto recoge a su modo las perfecciones inferiores, y las trasciende. En este sentido Aristóteles comparaba las formas con la serie de los números (el 4 contiene al 3 y añade una unidad), o con la sucesión de las figuras geométricas (el hexágono contiene al pentágono y lo rebasa). Esto implica una *continuidad relativa* entre las especies, que no se opone a la diferencia esencial entre unas y otras: las especies inferiores se asemejan a las inmediatamente superiores (por ej., los minerales más perfectos comienzan a anunciar las perfecciones vitales). La forma substancial va organizando la materia cada vez de modo más complejo y orgánico.

Los grados de ser, sin embargo, no deben concebirse de un modo apriorístico o matemático, a la manera de un «sistema». Los saltos entre una especie y otra pueden ser muy variados, y las gradaciones acontecen de manera heterogénea, según el tipo de cualidad cuya gradación se observa. Corresponde a la investigación científica conocer en detalle estos aspectos.

Por otra parte, *la forma substancial en sí misma no admite grados de intensidad.* Conocemos esto por experiencia: un hombre o un pájaro no son más o menos «hombre» y «pájaro» a lo largo de su vida, o en comparación con otros individuos de la misma especie; cada individuo es de tal o cual especie, o no lo es, sin que haya estados intermedios ni mucho menos mezclados; por eso el nacimiento y la muerte son cambios de esencia instantáneos. En otras palabras, la forma substancial no es un acto intensivo, como las cualidades, que admiten una gama de posibilidades variables o de estados «contrarios» (fuerte-débil; calor-templado). Aquí vale también la compración con los números, que se ordenan en una escala discontinua: el paso del 3 al 4 no se hace poco a poco, sino como por un salto específico[14].

14. Cfr. Tomás DE AQUINO, *S. Th.*, I, q. 118, a. 2.

Conocimiento de las formas

Como las cosas se conocen por lo que son en acto, resulta que *la forma substancial es el principio de inteligibilidad de los cuerpos.* Así como una silla se conoce determinadamente cuando se capta su estructura, y no cuando se sabe que es «algo de madera», así las cosas corpóreas se conocen por sus formas más que por su materia. En psicología se estudia el proceso de *abstracción,* por el que la forma es entendida cuando se separa mentalmente de la materia, aunque se la capta como forma de una materia y como subsistente.

Esto supone que la forma en sí misma es algo «inmaterial», precisamente porque no es materia. Sin embargo, las formas corpóreas, a excepción del alma humana, dependen intrínsecamente de la materia; por eso cabe llamar a estos actos, en sentido amplio, *formas materiales,* con tal de que no las «corporalicemos» o no las identifiquemos con la materia.

Se ha de notar que *las formas substanciales de las cosas materiales se conocen parcialmente, a través de las propiedades de las substancias*[15]: no se puede dar una definición de ellas en la que se pretenda agotar su perfección totalmente y de modo general, sino que su conocimiento exige un proceso de observación y reflexión gradual mediante el que se conocen progresivamente sus perfecciones. Allí donde sea difícil determinar la substancialidad, será también más difícil identificar la forma. En cualquier caso, todo lo que hemos visto sobre los criterios de substancialidad se aplica igualmente a la determinación de la forma. El conocimiento de la especie natural muchas veces será genérico, o algo indeterminado y sujeto a revisiones.

Por otra parte, no debe olvidarse que *la naturaleza específica de los cuerpos incluye juntamente la forma y la materia:* aunque la forma substancial determina la perfección específica de una substancia, la especie no es sólo la forma, ya que las «formas materiales» no pueden ser ni concebirse fuera de

15. Cfr. Tomás DE AQUINO, *S. Th.*, I, q. 77, a. 1, ad. 7. Nuestro conocimiento es siempre limitado y perfectible.

la materia (aunque mediante la abstracción se consideren prescindiendo de la materia concreta).

5. La individuación del ente corpóreo

Todo lo que existe es individual. La universalidad es una propiedad de los conceptos, que se predican o se dicen de muchos entes individuales («hombre» de Pedro, Pablo, etc.). Por tanto, la individuación en sí misma no es un problema, sino un hecho. Sin embargo, es evidente que hay propiedades *comunes* a muchas cosas, en virtud de las cuales éstas se dicen semejantes o idénticas en algún sentido (así, todos los hombres son iguales, en cuanto participan de la misma naturaleza humana). Cabe preguntarse entonces en dónde está el principio diferenciador de las cosas, que las «singulariza», o cómo Pedro y Juan, siendo hombres por igual, son dos sujetos distintos. Este es el problema del «principio de individuación»[16].

El principio de individuación está en la materia prima. Hemos visto que la forma substancial es principio de especificidad: todos los átomos de cobre son tales porque poseen la forma substancial propia del cobre. ¿En qué se diferencian unos de otros? Es verdad que siempre encontraríamos diferencias accidentales, pero éstas no pueden explicar su distinción substancial, aparte de que siempre serían comunes con otros individuos. Esas diferencias accidentales a veces son muy irrelevantes y variables (por ej., entre dos gotas de agua, su diversa temperatura), y si bien permiten discernir a las substancias, no son la causa de su distinción como individuos substanciales.

El principio individualizador debe situarse en el nivel substancial, concretamente en el orden de la materia prima. Precisamente la multiplicidad de los individuos de una misma especie ha sido uno de los argumentos que nos ha llevado a

16. Sobre este tema, cfr. U. DEGL'INNOCENTI, *Il principio d'individuazione nella scuola tomistica*, Universidad Lateranense, Roma 1971; T. ALVIRA, L. CLAVELL y T. MELENDO, *Metafísica*, cit., pp. 101-107; G. M. MANSER, *La esencia del tomismo*, cit., pp. 726-782.

descubrir la materia prima: una misma forma se comunica a muchos individuos, porque éstos poseen materia, como principio receptivo sustancial, que hace que la forma sea de *este* individuo y no de *aquel otro*. La materia recibe la forma y *la individúa*, y así se constituye el individuo concreto: la materia tiene pues una función *multiplicadora* en el orden numérico (no específico), al hacer que una forma se realice en muchos individuos específicamente idénticos; y por lo mismo tiene una función *individualizadora*. Si una forma es capaz de subsistir por sí sola (como es el caso de los ángeles), se individúa por sí misma, y entonces no surge la distinción de individuo-especie: cada individuo agota su especie, o *es* su especie (cada uno de los ángeles constituye una especie distinta).

> Esto no significa que los rasgos individuales y la «personalidad» de cada ente individual sean sin más producto de la materia, que es pasiva y carece de contenido esencial. La materia se limita a individuar a la forma; ésta, una vez individuada, es la fuente de la riqueza singular de cada ente.

No es suficiente, sin embargo, acudir a la materia prima como principio individuador de la forma, porque entonces podemos preguntarnos, ulteriormente, qué hace a *esta* materia diversa de otra. Ya hemos dicho que la materia prima no es en sí misma ni una ni múltiple. Su unidad o multiplicación numérica, por tanto, deben venirle de otro principio, que en la filosofía tomista es la *cantidad dimensiva* del cuerpo. Explicaremos ahora esta tesis.

La «cantidad de materia» es principio individuador de la forma. Se entiende intuitivamente que la cantidad dimensiva es un principio de unidad para las cosas materiales y extensas. Si dividimos un pan en tres partes, obtenemos tres trozos de pan: la división de la cantidad dimensiva es raíz de la multiplicación numérica. La unidad o indivisión de la cantidad dimensiva es, así, la misma unidad del cuerpo extenso. No se trata de la unidad numérica abstracta –del número «uno» abstracto–, sino de la unidad dimensiva de la materia, en virtud de la cual la materia no es materia en general, sino *esta* materia concreta. Por consiguiente, tanto la materia como la cantidad, juntamente, otorgan individuación a la forma. Con

un ejemplo: la forma del cuchillo se individúa en *este trozo de plata:* no sólo en la plata (la materia), ni sólo en un trozo (como forma geométrica abstracta), sino en *este trozo de plata,* separado de otros trozos concretos. La forma *cuchillo,* podemos decir, es individuada por la plata *quantitate signata*, por la plata en cuanto individualizada o «señalada» por la cantidad. Esto mismo vale también para el orden substancial, en el que la forma substancial es individualizada por la materia prima cuantificada.

La fórmula tradicional acuñada es la siguiente: *el principio de individuación es la materia «quantitate signata»,* la misma materia en cuanto dispuesta según dimensiones[17]. La materia es principio fundamental de individuación, y la cantidad es principio secundario. Ambas deben darse unidas: la materia prima aporta el elemento substancial, y la cantidad el elemento individuador como tal. Tengamos presente que aquí la cantidad no es el volumen, es decir, *tanta* cantidad, que puede variar y de hecho varía constantemente, sino el acto mismo de ser dimensivo.

Una objección podría plantearse: ¿cómo es posible que la cantidad individúe a la forma, si es un accidente, y como tal presupone la existencia de la forma? Se ha de tener en cuenta que la individuación no es un proceso temporal. La forma siempre está individuada, porque la materia cuantificada siempre la está individuando. Por otra parte, individuar no es causar o producir: la materia con cantidad individúa a la forma suscitada por una causa agente, como un cubo de dimensiones X permite contener un volumen de agua, pero no causa el agua contenida. Con la diferencia de que el cubo puede estar sin agua, pero en cambio la materia cuantificada nunca estará sin forma, y la materia y la cantidad siempre se exigirán mutuamente.

La comparación no puede ir más allá. El agua de ese recipiente no produce sus propias dimensiones. En cambio, la forma es raíz de la actualidad del cuerpo, y por tanto de su misma cantidad dimensiva. La forma del cuerpo, de la que procede su dimensionalidad, es individuada precisamente en

17. Cfr. Tomás DE AQUINO, *S. Th.,* q. 75, a. 4; III, q. 77, a. 2; *C.G.,* IV, 65.

cuanto da dimensionalidad a la materia. Además, téngase presente que la dimensión de un cuerpo normalmente procede de la división de la materia de un cuerpo previo, en virtud de la cual fue posible generar un nuevo ente corpóreo y suscitar una nueva forma.

No ha de confundirse el principio de individuación ontológico, del que aquí hemos hablado, con lo que podríamos llamar principio «gnoseológico» de individuación, según el cual podemos reconocer una individualidad y distinguirla de otras. Individualizamos mediante descripciones detalladas, indicaciones espacio-temporales, métodos ostensivos, etc. Al mismo tiempo, se ve fácilmente cómo los procedimientos individualizadores en último término se apoyan, respecto a los seres materiales, en remitirse ostensivamente a la «materia *quantitate signata*», esto es, en indicar con un gesto, o *señalar, esta materia,* este trozo de agua y no aquél.

6. La síntesis substancial

Hemos visto ya que la materia prima y la forma substancial se unen como potencia y acto en la constitución de una sola substancia. Ahora consideraremos algunos aspectos de esta unión.

a) *Sólo el compueto propiamente es, se genera, se corrompe y actúa.* El «ser» pertenece propiamente y *per se* a la substancia individual y completa, no a sus partes: forma y materia no son substancias, y por tanto no son propiamente, o son en la medida del compuesto. Lo mismo cabe decir de las acciones: la forma substancial es principio activo, pero ella misma no actúa, pues el que ejerce las operaciones, gracias a la forma, es el compuesto substancial: *actiones sunt suppositorum* (las acciones son de los supuetos). Analógicamente, se genera y se corrompe *per se* la substancia, no la materia ni la forma.

La nueva forma que aparece en un proceso generativo sólo *per accidens* puede decirse «generada». Si realmente fuera generada, tendría un elemento común con su principio *a quo,* y por tanto, estaría compuesta de materia y forma. Pero lo mismo podría decirse de la nueva «forma de la forma», y así indefinidamente. Con un ejemplo análogo de un cambio accidental: el escultor no hace la forma de

la estatua (como si esa forma fuera una «cosa»), sino q hace la estatua, dándole una forma. Como se verá más ad lante, se dice que la forma *no se hace,* sino que *se edu* de la potencialidad de la materia.

b) *La materia tiene una ordenación esencial a toda form corpórea.* Este orden *(ordo)* consiste en que la materia no e ni se entiende sin la forma, ya que la materia es capacida de adquirir una forma. Se puede hablar también de un *appetitus naturalis* o deseo natural de la materia hacia la forma: «El apetito de la materia hacia la forma no es más que su ordenación a ella, como potencia al acto»[18]. No es una ordenación activa, pues la materia es pasiva y no puede autoconfigurarse o darse a sí misma la forma.

Siguiendo a San Agustín, Santo Tomás utilizó esta doctrina como argumento contra los maniqueos, quienes afirmaban que la materia era el principio del mal. La materia no es acto, pero puede decirse que es «buena» (con bondad ontológica) por su ordenación al acto[19], e incluso –en el contexto de los grados del ser corpóreo– tiende al acto más perfecto y noble del mundo corpóreo, que es la forma humana o el alma del hombre[20] (pues todo el mundo material se ordena al hombre como a su fin próximo). El alma humana, siendo espiritual, no procede de la materia: lo que se afirma es que la materia se pone a su servicio; así como el material de que está hecho un barco no es la causa productiva del barco, pero sí se ordena a los fines más amplios para los que el barco ha sido construido.

c) *La materia se dispone o proporciona para la recepción y posesión de una forma propia.* Aunque la materia prima sea capacidad para toda forma corpórea, esto no significa que inmediatamente pueda adquirir cualquier forma; es evidente que la materia prima no permite que un trozo de mármol sea transmutable sin más en un lingote de oro, ni que un animal pueda ingerir cualquier alimento. La materia siempre está revestida de alguna forma, y además cada substancia goza de

18. Cfr. Tomás DE AQUINO, *In Phys.*, I, lect. 15.
19. Cfr. Tomás DE AQUINO, *C.G.*, III, 20.
20. Cfr. *ibid.*, III, 23.

una serie de propiedades cuantitativas y cualitativas. El conjunto de esas condiciones configura una *dispositio materiae*, una disposición de la materia para ciertas transformaciones más o menos remotas.

Esto vale en primer lugar para la *generación* y la *corrupción:* oportunas modificaciones locales, alteraciones, etc., dan a la materia prima una disposición para adquirir o perder una forma. Pero también se aplica a la *posesión actual de la forma*, que es posible sólo mientras la materia está debidamente dispuesta. No cualquier materia puede sostener a cualquier forma, sino que siempre se da una materia *propia* para una forma *propia:* debe existir una *proportio* conveniente entre la materia y la forma (por ej., sólo el cuerpo humano permite poseer el alma humana). La materia *propia* no es la materia prima sin más, sino junto con una serie de disposiciones que hacen próxima su potencialidad para ciertas formas substanciales.

> Escribe Santo Tomás: «Aunque la generación proceda desde el ser en potencia, no se hace cualquier cosa de cualquier cosa, sino que diversas cosas proceden a partir de diversas materias. Cada entidad generable tiene una determinada materia desde la que puede ser producida, pues la forma ha de estar proporcionada a la materia. Pues aunque la materia prima esté en potencia para todas las formas, sin embargo las recibe con orden. En primer término está en potencia hacia las formas más elementales, y mediante ellas, según diversas modalidades de combinación, está en potencia para el resto de las formas»[21].

d) *La materia condiciona o limita a la forma substancial.* Este es otro aspecto importante de la relación materia-forma. La potencia limita al acto, permitiéndole una expansión mayor o menor, así como un recipiente de agua fija la medida del agua contenida. Por eso, como se ha dicho antes, la materia prima puede recibir actos superiores (hasta llegar al alma humana) sólo cuando adquiere una organización muy compleja, que la dispone debidamente.

Algo semejante se observa también en el *individuo:* aunque la esencia no admite grados de intensidad, es un hecho

21. Cfr. TOMÁS DE AQUINO, *In Metaphys.*, XII, lec. 2.

que los individuos en su desarrollo despliegan las virtualidades de su especie, y que esto lo hacen unos más que otros (así, un pequeño embrión humano ya es una persona completa; sin embargo, con el crecimiento la forma substancial podrá «expandir» todas sus posibilidades). Tal fenómeno se debe, entre otros factores causales, al condicionamiento que impone la materia según sus disposiciones: la materia del embrión humano todavía no permite que el hombre vea, piense, quiera, etc. Está claro que el «despliegue» de la especie en el individuo se realiza en un nivel accidental, pero esto no quita su importancia decisiva para el individuo.

Por otra parte, el condicionamiento de la materia (que lleva consigo un condicionamiento del medio ambiente, del factor hereditario en los vivientes, etc.) es extrínseco cuando se refiere al obrar espiritual del hombre (esta cuestión se estudia en antropología filosófica).

e) *La forma de los cuerpos supera a la materia, pero depende de ella.* Forma y materia no son dos principios que estén al mismo nivel ontológico, pues la forma es acto y la materia es potencia. La forma substancial predomina sobre la materia, pues la organiza, la enriquece, sacándola de su pasividad, y tanto más cuanto la forma substancial posee mayor perfección. Las substancias más nobles están menos dominadas por la materialidad, y de ahí su variedad activa y la amplitud de sus propiedades. Sin embargo, toda forma corpórea, a excepción del alma humana, depende esencialmente de la materia prima, en su ser y en el proceso generativo.

De todos modos, así como nunca podrá ocurrir que la materia sea sin forma, nada impide que haya formas independientes de la materia: la forma corpórea depende de la materia no en cuanto es forma, sino en cuanto es *tal* forma, es decir, porque su contenido formal –su tipo de actualidad– no llega a ser tan «fuerte» como para permitir su subsistencia [22].

En definitiva, concluimos haciendo notar que *la síntesis de materia y forma define como tal al ente corpóreo o material,* siendo la raíz de todas sus propiedades substanciales y accidentales. Aunque el criterio descriptivo inmediato para determinar un objeto corpóreo es la situación espacio-temporal *(el*

22. Cfr. Tomás DE AQUINO, *De Ente et Essentia,* c. IV.

hic et nunc, el aquí y ahora), el criterio metafísico definitivo es la estructura hilemórfica, que señala la naturaleza de los cuerpos. En antropología se estudia, por otra parte, cómo la subsistencia de la forma correponde a la *substancia espiritual*, grado de ser superior a la substancia corporal.

7. La naturaleza

Después de haber visto el hilemorfismo, podemos comprender mejor la idea de naturaleza. Esta noción es análoga, pues tiene una amplitud de significados con matices diversos. Podemos reunirlos en torno a dos sentidos fundamentales: *físico* y *metafísico*[23].

Sentido físico de «naturaleza»

La naturaleza en sentido físico restringe su significado a los entes corpóreos. *Naturaleza* (con mayúscula) significa muchas veces el conjunto de los entes corpóreos, y es sinónimo de «mundo físico». Este significado es derivado, porque en un sentido más primario y más amplio, la naturaleza es un principio interno de los entes corpóreos, que por eso se llaman *naturales* o físicos; de éstos proceden *fenómenos naturales* o físicos (como las lluvias, los incendios, la sed de un animal, etc.), que en conjunto forman el mundo de la naturaleza.

La naturaleza es el primer principio intrínseco de la actividad del ente corpóreo[24]. Los objetos artificiales no tienen un

23. Sobre este tema, cfr. ARISTÓTELES, *Física;* II, 1; *Metafísica,* V, 4; Tomás DE AQUINO, *In Phys.*, II, 1 y 2; *In Metaphys.*, V, 5; M. J. NICOLAS, *L'idée de nature dans la pensée de St. Thomas d'Aquin,* Téqui, París 1979; A. GHISALBERTI, *La concezione della natura nel Commento di Tommaso d'Aquino alla Metafisica di Aristotele,* «Rivista di filosofia neoscolastica», 66 (1974), pp. 533-540.

24. Cfr. Tomás DE AQUINO, *In Phys.*, II, 1 (145). La definición clásica de Aristóteles considera la naturaleza como «principio y causa de que aquello que ella constituye primariamente se mueva y repose, por sí misma y no de forma accidental» *(Física,* II, 1, 192 b 20). La importancia de esta concepción para la Filosofía Natural es puesta de relieve por J.M. PETIT, *La filosofía de la naturaleza como saber filosófico,* cit., pp. 57-83.

principio interno de su actividad propiamente artificial, y por tanto, carecen de «naturaleza»; un automóvil se mueve extrínsecamente, porque lo conduce un individuo. Los fenómenos naturales son espontáneos, como el crecer de un árbol o el girar de los astros. Esta característica se observa en la etimología del término: «naturaleza» viene de *nascor, de nacer* (también el vocablo griego *fisis* procede del verbo *fiomai*, generarse), pues indicaba los procesos espontáneos de generación; más tarde, el significado se trasladó al principio interno de esos procesos que despertaban la admiración de los hombres. Los productos de esas fuerzas se dicen *a natura,* «por naturaleza» o «naturales» (por ej., una colmena es un producto de la naturaleza).

Pero, ¿en qué consiste exactamente ese principio? Para los materialistas, la naturaleza es fundamentalmente la *materia;* para el platonismo, el mundo físico es pasivo, y la naturaleza está en las *Formas,* exteriores al universo material. Aristóteles señaló con acierto que la naturaleza es tanto la materia como la forma, intrínseca a los cuerpos; pero que es «más naturaleza» la forma que la materia, porque de ella proviene la actividad específica de cada ente[25].

En definitiva, *la naturaleza es la substancia, o la esencia corpórea en cuanto principio de operaciones y pasiones.* En la definición de naturaleza se incluyen también las «pasiones» naturales (lo que acontece o «pasa» a las cosas): las mareas, por ej., son fenómenos naturales que proceden *ab extrinseco* (las aguas tienden a subir o bajar no por sí mismas, sino por efecto de la atracción lunar), porque la naturaleza en este caso incluye también una pasividad, o aptitud natural para someterse a influjos externos.

En este sentido, *la «naturaleza» se distingue de lo que es espiritual y artificial.* Veamos cómo:

a) *Respecto al ser espiritual:* la noción física de naturaleza incluye materia, y por tanto, todo lo que de alguna manera es suprafísico o supramaterial no es natural. Natural es lo espontáneo que no procede de la razón.

Los hechos naturales se repiten siempre del mismo modo –salvo los eventos casuales–, pues obedecen a la *necessitas*

25. Cfr. ARISTOTELES, *Física,* II, 1.

materiae, al condicionamiento unívoco que impone la materia; en cambio, los fenómenos de la vida del espíritu son variadísimos y libres (por ej., que un individuo dé una conferencia no se considera un fenómeno de la naturaleza).

b) *Respecto de lo artificial:* objetos artificiales son los producidos por el trabajo o ingenio humano (que los antiguos llamaban *ars,* arte). El arte es un principio racional de hacer cosas externas, que la naturaleza no hace. Estos objetos se mueven totalmente *ab extrinseco,* como una silla, un martillo, o una computadora, aunque evidentemente estos entes poseen fuerzas naturales que el hombre aprovecha para que produzcan efectos no previstos por la naturaleza. Lo esencial del ente artificial es que formalmente procede de la mente humana, que ha concebido su «estructura», como sucede con un reloj o con un puente. En cambio, no se consideran artificiales los efectos naturales que el hombre puede desencadenar con su intervención (por ej. una lluvia, un producto químico, o la curación del organismo con medicamentos): tales efectos son producidos con medios artificiales, pero en sí mismos son naturales.

El naturalismo

El modo de interpretar la naturaleza es diverso en las distintas corrientes de la filosofía. Hay algunas que eliminan esta noción o la restringen notablemente: así ocurre con el *mecanicismo,* para el cual los *fenómenos* naturales se explican sólo por cambios locales y cuantitativos de los cuerpos; el mecanicismo borra la distinción entre lo natural y lo artificial, pues las cosas físicas se comportan como máquinas *(mejané:* máquina), de modo que no habría diferencia esencial, por ejemplo, entre una computadora y un conejo. El *platonismo* también elimina la consistencia propia de la naturaleza, y lo mismo puede decirse del *idealismo* y de las doctrinas que reducen la naturaleza a un producto del pensamiento humano, o que de algún modo niegan que la naturaleza sea independiente de la razón humana.

Frente a estas interpretaciones, existe un *naturalismo* en sentido positivo, que reinvindica la autonomía de la naturaleza, sus finalidades internas y su valor propio. La metafísica de Aristóteles, Santo Tomás, San Alberto Magno, etc., se

puede considerar como naturalista en este sentido. Sin embargo, hay también naturalismos erróneos, como el *panteísmo, hilozoísmo* (la Naturaleza considerada como un gran Viviente), el *animismo* (la Naturaleza animada por un Alma cósmica) y, en general, cualquier doctrina que haga de la naturaleza material un principio último, autónomo ante Dios y superior a la razón humana.

En último término, la naturaleza física remite a su Inteligencia creadora, a Dios como su Artífice supremo. Su fundamento último es trascendente, y por eso la naturaleza se puede considerar como una gran «obra de Arte divino»[26], como la creación de un Hacedor inteligente.

Lo antinatural

En la naturaleza hay fuerzas contrapuestas, que se impiden unas a otras y que pueden tener efectos destructivos. Existen, pues, *fenómenos antinaturales,* contrarios a alguna naturaleza particular, que debilitan o destruyen: es antinatural morir, enfermarse, ingerir un veneno, vivir en una región con clima inhóspito, etc. El mundo corpóreo contiene una armonía; desde el punto de vista de la Naturaleza universal, esos fenómenos son naturales, pero al mismo tiempo se oponen a una *natura* particular: ningún cuerpo tiende naturalmente a su destrucción, sino que, al contrario, se resiste ante esa posibilidad.

En muchos casos, el fenómeno antinatural se debe a un agente violento: *violencia es un principio exterior contrario a las tendencias de un ente,* que impide el ejercicio de una operación natural (por ej., encerrar a un animal en una jaula), o que obliga a realizar un acto antinatural (por ej., hacer que camine un animal lesionado). Cuando se trata de animales, la violencia se opone directamente a los apetitos; respecto al hombre, la violencia contraría a la voluntad, aunque sólo puede ejercerse directamente sobre los actos corporales.

Sentido metafísico de «naturaleza»

El concepto de naturaleza puede perder su connotación material, y extenderse así a todo ente. Desde esta perspec-

26. Cfr. Tomás DE AQUINO, *In Phys.,* II, 14 (268).

tiva, *naturaleza es la esencia en cuanto principio de operaciones*. Por tanto, cabe hablar de una naturaleza de los ángeles, y también de una naturaleza Divina (por ej., así se dice que en la Santísima Trinidad hay Tres Personas en una sola naturaleza, o que Cristo posee una naturaleza humana y otra divina).

Con una mayor restricción, se entiende por *natural* todo lo que se proporciona a la naturaleza de las criaturas; se distingue de lo *sobrenatural,* que supera en absoluto todas las fuerzas creadas, y que es concretamente el orden de la gracia (así, un acto de fe no es natural, sino sobrenatural). Por otra parte, en este sentido, natural se sigue contraponiendo a *artificial* (por ej., el impulso a la vida social es natural, aunque termina en un hecho artificial, como es la construcción de una determinada ciudad; hablar es natural, pero hablar un cierto idioma es artificial), y se opone también a *antinatural:* el pecado y el error son antinaturales, contrarios a la naturaleza racional del hombre.

Naturaleza y causalidad física

En sentido propio, la noción de la naturaleza se encuentra realizada en la substancia: *cada substancia tiene una naturaleza propia.* La filosofía natural estudia la naturaleza de las substancias materiales; analizando los cambios a los que tales substancias están sujetas, concluye que su naturaleza exige la composición hilemórfica. De este modo, *la filosofía natural determina qué tipo de realidad corresponde a los cuerpos, y precisa sus características esenciales,* en un nivel que no sólo es compatible con los descubrimientos de la ciencia experimental, sino que alcanza aspectos más profundos de la realidad y que están presupuestos en cualquier investigación científica.

Materia prima y forma substancial constituyen esencialmente al ente corpóreo, y son, por tanto, *causas* de su ser: más concretamente, *causas intrínsecas,* ya que se encuentran «dentro» de la substancia. Más adelante se verá que todo cambio exige la actuación de un agente que obra en vistas a un fin (buscando conscientemente, o determinado por la naturaleza): el agente y el fin son *causas extrínsecas* del cambio,

ya que se encuentran «fuera» del ente corpóreo que resulta de ese cambio.

Estas cuatro causas del cambio y del ser de los cuerpos admiten modalidades diversas, cuyo estudio sistemático es considerado por la metafísica[27]. La filosofía natural las considera tal como se dan en la naturaleza material; así cumple su objetivo de estudiar los cuerpos señalando las causas primeras en el orden físico, y simultáneamente prepara el camino de una ulterior profundización metafísica más general.

Ya se han estudiado diversos aspectos de la causalidad material y formal, y más adelante –al considerar la actividad de los cuerpos– se estudiarán las causas eficiente y final. A continuación se recogen brevemente algunas nociones básicas sobre la causalidad, que darán una visión de conjunto del tema.

En general, *causa es el principio del que algo depende en su ser o en su hacerse.* Los diversos tipos de causas se pueden encuadrar en alguna de las cuatro causalidades fundamentales que se observan en la naturaleza: causa *material, formal, eficiente* y *final.*

Causa material es aquello a partir de lo cual algo se hace, y que permanece intrínseco a la cosa hecha: la madera de una puerta, el vidrio de un cenicero, la materia prima en cualquier substancia. *Causa formal es aquello por lo que algo tiene un determinado modo de ser:* la forma de una estatua o de un cenicero, la forma substancial de cualquier substancia.

> En el orden substancial, material prima y forma substancial son respectivamente causa material y formal. En el orden accidental, la esencia substancial es causa material respecto a las determinaciones o formas accidentales. La relación materia-forma se da, por tanto, en diversos niveles, y es siempre una relación potencia-acto: la forma actualiza la potencialidad de la materia.

Causa eficiente es aquélla de la que brota una acción que influye en el ser o en el hacerse de otra cosa. Esta es la acep-

27. Puede verse una consideración sistemática del tema, p. ej., en T. ALVIRA, L. CLAVELL y T. MELENDO, *Metafísica,* cit., pp. 175-241; de modo más extenso y estudiando la problemática de las ciencias, en F. SELVAGGI, *Casualità e Indeterminismo,* cit.

ción más común del término «causa» en el lenguaje ordinario: un puntapié a una pelota causa un cambio en su reposo o movimiento, una medicina causa un cambio químico en el organismo. La causa eficiente provoca un cambio del que resultará una nueva entidad (substancial o accidental, según que el cambio sea de uno u otro tipo). Su acción consiste en operar sobre una materia determinada para que adquiera una nueva forma, como un escultor modela el mármol para que salga la estatua. La causalidad eficiente supone la distinción entre *agente* (el que causa) y *paciente* (el que padece el influjo causal).

Por otra parte, toda acción en principio –salvo actos defectuosos– tiende a un fin, y *causa final es aquéllo en vista a lo cual algo se hace* (puede ser la misma forma, o algo que se sonsigue con la forma). El fin es buscado conscientemente por los seres dotados de conocimiento. Pero en la Naturaleza irracional hay finalidades, pues unas cosas son útiles para otras y en definitiva todo proceso físico se ordena a mantener o a producir substancias materiales y un orden cósmico universal dotado de belleza e inteligibilidad. La contemplación del orden del mundo da pie para inferir la existencia de una Suprema Causa inteligente. En otras secciones de la filosofía se estudia, además, cómo toda la naturaleza física está al servicio del hombre y con sus perfecciones da gloria al Creador: también aquí se manifiesta un finalismo «metafísico» de la naturaleza.

CAPÍTULO IV

NIVELES DE SINTESIS EN LA NATURALEZA MATERIAL

La unidad hilemórfica no agota la estructura esencial de los seres corpóreos. La experiencia manifiesta que éstos, siendo múltiples en especie, pueden descomponerse en especies inferiores, y así sucesivamente. Estas substancias más simples, al revés, entran en la constitución de todos los cuerpos. Hay en el mundo, pues, niveles de complejidad, el más alto de los cuales está en la naturaleza humana, que reúne en sí las perfecciones de los seres animales, vegetales y minerales. Por otra parte, las substancias corpóreas constituyen unidades de orden cada vez más amplias, hasta componer la totalidad del universo corpóreo.

La física y la química describen minuciosamente la diversidad de estas substancias y agrupaciones. A la filosofía natural le compete, sobre la base de los datos científicos, dar un juicio sobre la substancialidad de estas realidades, en la medida en que sea posible. El desarrollo de este tema completa la teoría hilemórfica y, además, evita interpretaciones incorrectas sobre la naturaleza de los cuerpos. Será posible también analizar con mayor exactitud las transformaciones substanciales.

1. NIVELES ELEMENTALES EN LA CONSTITUCIÓN DE LA MATERIA

Comenzamos nuestro estudio con la cuestión de los constitutivos ínfimos de los seres corpóreos. Los seres físicos ma-

croscópicos, sometidos a análisis físico-químicos, se manifiestan como compuestos por substancias más simples (por ej., el organismo humano contiene agua, hierro, carbono), a las que cabe denominar, en sentido amplio, *elementos* de los seres compuestos. Los elementos pueden existir separadamente, como substancias en acto, manteniendo relaciones dinámicas con el medio ambiente y agrupándose de modos muy variados con otras substancias, o pueden también, perdiendo su substancialidad actual, integrarse o combinarse con otros cuerpos para formar substancias complejas de otra especie. El estudio pormenorizado de estos niveles de composición corresponde a las ciencias naturales y, al situarse en el orden de la causalidad material, tiene como es obvio grandes repercusiones técnicas (conociendo las leyes de la combinación, el hombre puede a veces controlar los fenómenos naturales e intervenir en la producción de los compuestos). Desde el punto de vista especulativo, el estudio «descendente» de los niveles ínfimos de la constitución de los cuerpos ha apasionado a las mentes científicas y, como es bien sabido, ha sido importante en el desarrollo de las ciencias experimentales.

Breve visión histórica

La filosofía griega nació, en cierta manera, impulsada por el afán de determinar los elementos últimos, que serían los «principios» de la naturaleza. Los presocráticos propusieron diversas teorías en las que los elementos eran uno, varios o infinitos, combinados de modos diversos. Para Tales el elemento era el *agua,* para Anaxímenes el *aire*, para Anaximandro lo *«indeterminado» (âpeiron),* y para Heráclito el *fuego*. Posteriormente, Demócrito sostuvo que los elementos serían los *átomos,* indivisibles cuantitativamente, diferenciados sólo por sus rasgos dimensivos y su ubicación espacial, y agitados en continuos movimientos locales. Para Anaxágoras, los elementos eran ciertas «semillas» de las cosas llamadas *«hemeomerías»,* cualitativamente diversas unas de otras, y que constituían como partículas últimas de cada especie de cosas; la preponderancia numérica de una u otras explicaría lo que cada objeto aparenta ser substancialmente. Para Empédocles, los principios elementales eran cuatro: *aire, agua, tierra y fuego,* que constituían los cuerpos según sus diversas combinaciones.

Estas teorías, aparte de su falta de fundamento científico, desde el punto de vista de la filosofía estaban viciadas por el prejuicio del «elementerismo», que reducía la naturaleza de las cosas a los elementos revelados por el análisis físico más o menos conseguido. Evitando tal reduccionismo, Aristóteles de todos modos sostuvo que los elementos eran los cuatro indicados por Empédocles, opinión que prevaleció desde la antigüedad hasta los comienzos de la química moderna. Para Aristóteles la existencia de principios elementales físicos no era incompatible con la naturaleza hilemórfica de los cuerpos[1].

El desarrollo de la química y la física modernas llevó al descubrimiento de estructuras elementales más profundas que las sugeridas por una simple fenomenología del orden material macroscópico. La ciencia llega así al conocimiento de la estructura atómica de la materia, y más adelante descubre –desde fines del siglo pasado– que los átomos no eran los últimos elementos de la naturaleza, como antes se pensaba, puesto que éstos a su vez están compuestos por las denominadas *partículas elementales* (potrón, electrón, etc.) [2] Algunos pensaron que estos progresos científicos podrían volver caduca la tesis hilemórfica, como si esta última estuviera situada en el mismo plano de aquellas investigaciones (de ahí las polémicas de otros tiempos, por ejemplo, entre peripatéticos y «atomistas»). Pero el hilemorfismo no se opone a la constitución elemental de la materia, sea cual sea, sino que tan sólo exige evitar el reductivismo de pensar que sólo con los estudios materiales se explica exhaustivamente la naturaleza de las cosas corpóreas.

La situación científica actual

Las recientes investigaciones científicas dan pie para pensar que la mayor parte de las «partículas elementales» en rea-

1. Sobre esta cuestión, cfr. ARISTÓTELES, *Física*, V, 3; VI, 1; *Sobre la generación y corrupción*, I, 1-4; *Metafísica*, V, 3; X; así como los comentarios de Tomás de Aquino a estos pasajes, y su opúsculo *De mixtione elementorum*. Cfr. también J.E. BOLZAN, *Continuidad de la materia*, Eudeba, Buenos Aires 1973.
2. Cfr. A.G. VAN MELSEN, *From atomos to atom*, Duquesne Univ., Pittsbourgh 1952.

lidad están compuestas por otras sub-partículas. Se proponen teorías para sistematizar en un cuadro coherente las diversas especies de partículas postuladas (quarks, leptones, etc.), más o menos verificadas y conectadas entre sí por las cuatro grandes fuerzas de la naturaleza que la física moderna hoy reconoce (gravitatoria, electromagnética, fuerte y débil).

En lo que aquí nos interesa, cabe hacer las siguientes observaciones:

a) Los estudios microfísicos, como se ha dicho más atrás, se basan sólo en *evidencias indirectas* y por tanto muchas veces llevan a la construcción de modelos teóricos más o menos hipotéticos. De ahí que estos estudios se sometan a continuas revisiones y, en general, no puedan considerarse como definitivos.

b) En consecuencia, difícilmente puede hablarse hoy de elementos o partículas auténticamente elementales que, a modo de últimos constitutivos, sean la base material definitiva en la que se asienta toda composición corpórea. La investigación en esta línea, así parece, puede progresar indefinidamente (por ejemplo, mediante un aumento en las posibilidades de observación de los instrumentos, mediante la exploración de regiones desconocidas del universo, mediante nuevos conceptos teóricos). En último término nos topamos con los límites del conocimiento humano acerca de las realidades materiales.

c) En cualquier caso, el hecho de que se hable de *partículas* no debe llevar a la antigua visión mecanicista, según la cual la materia está constituida por esferillas rígidas que se mueven localmente y de las que brotan las apariencias fenoménicas (recuérdese lo que hemos dicho sobre la dualidad onda-corpúsculo de la materia). En la investigación microfísica el hablar de *partículas* pierde una connotación imaginativa: la partícula es sólo un modelo referido a complejos procesos energéticos, no intuitivamente representables, y en los que interviene la comprensión matemática.

2. Compuestos substanciales.

Las substancias más simples pueden unirse, fusionarse, combinarse, para formar substancias más complejas (en la

terminología de los filósofos antiguos, *mixtos,* sin que se aluda con este término a una mezcla)[3]. En los compuestos –supuesto que sean verdaderas substancias– una nueva forma substancial emergente organiza de modo más alto a la materia y desplaza a las formas substanciales inferiores.

Es evidente, sin embargo, que los componentes actúan y tienen cierta «presencia» en la substancia compuesta, y que ésta puede descomponerse en sus elementos constitutivos. Así, en el agua hay oxígeno e hidrógeno que mantienen en parte sus propiedades, y por descomposición del agua se obtienen individualizados. Se plantea así el problema de ver cómo es compatible esa presencia de los componentes con la unidad substancial del compuesto.

La integración unitaria de las substancias complejas se explica por la presencia virtual de los componentes en el compuesto. Si la substancia es verdaderamente tal, debe ser una y ha de poseer una única forma substancial, que gobierna el comportamiento unitario del compuesto y explica sus leyes propias, irreductibles a la simple suma de varios cuerpos. Por consiguiente, los componentes no pueden mantener su forma substancial –si la mantuvieran, el compuesto sería una mezcla o una agregación–, sino que la han perdido por una corrupción, al transformarse en materia del compuesto. Sin embargo, los componentes siguen presentes de manera *virtual,* es decir, permanecen en el compuesto sus cualidades y fuerzas operativas *(virtutes),* debidamente proporcionadas u organizadas por la substancia compuesta. «Hay combinación *(mixtio)* cuando los elementos combinables no están corrompidos totalmente, ni permanecen idénticos, sino cuando se han corrompido en cuanto a sus formas, mas permanecen en sus potencias activas»[4].

3. Algunos de estos compuestos coinciden con lo que la química denomina *substancias,* pero no todos. La noción de «compuesto substancial» que aquí empleamos es mucho más amplia.

4. Tomás De Aquino, *De Gener.*, I, 25 (184) (el texto en realidad es del autor anónimo que completa el comentario tomista). Este tema es tratado ampliamente por P. Hoenen, *Cosmologia,* Pug, Roma 1949, pp. 296-328.

Señalaremos ahora algunas características de esa presencia virtual:

a) *El estado virtual es intermedio entre la pura potencia y el acto.* Existen grados de potencialidad, según una mayor o menor proximidad o disposición al acto. Cuando las transformaciones de los componentes han sido profundas, la presencia de sus virtualidades en el compuesto será menor. A estos diversos grados de presencia virtual se debe que, en algunos casos, sea relativamente fácil descomponer la substancia en sus componentes, mientras que en otros sea más difícil.

b) *La presencia virtual de los componentes significa que permanecen sus cualidades, coordinadas en la nueva forma substancial.* Aunque en el compuesto puedan detectarse cualidades de los componentes, esas cualidades están coordinadas en función de la naturaleza específica del compuesto, o sea, se encuentran integradas en una nueva totalidad que posee propiedades inexistentes en los componentes aislados. Las cualidades de los componentes, siendo intensivas, pueden sufrir variaciones en orden al todo constitutivo, para así alcanzar un equilibrio dinámico favorable a la estabilidad del compuesto.

c) *La presencia virtual de los componentes explica también la «heterogeneidad» de muchos compuestos* que, teniendo una única naturaleza específica, manifiestan propiedades diferentes en sus diversas partes cuantitativas.

d) *La coordinación cualitativa da la «ultima dispositio materiae» para la forma.* Como vimos, la materia prima debe disponerse para la posesión de la forma, constituyendo así una materia *propia.* Esa disposición consiste en buena medida en el complejo de propiedades de los componentes, que permite la recepción y unión de la materia prima con la forma substancial. Por esto se puede decir que los componentes son la *materia* del compuesto (materia propia o ya dispuesta).

e) *La forma substancial del compuesto contiene virtualmente a las formas inferiores.* Los grados de ser superiores asumen a los inferiores y los trascienden: las formas de los componentes están «asumidas» en las capacidades propias de

la forma del compuesto. La nueva forma substancial contiene las cualidades que permanecen de las inferiores, sin que eso quiera decir que «retenga» las formas inferiores: se trata simplemente de que la especie superior asuma ciertas cualidades de las especies inferiores, aunque no necesariamente todas ni del mismo modo.

f) *En la descomposición del compuesto, la forma substancial desaparece y los componentes se reactúan.* Los componentes pueden ser simplemente expulsados del todo substancial, o bien puede suceder que dejen de proporcionarse con el compuesto, indisponiéndose y provocando su destrucción. En estos casos pasan del estado virtual al actual: recuperan su forma substancial específica, y adquieren un ser independiente.

Se ha de tener presente, por otra parte, que al integrarse un tipo de componentes para formar una substancia compuesta (por ej., los átomos para formar la molécula), en la medida en que esa integración puede ser muy variada, va dando lugar a diversas especies dentro de un mismo género de compuestos substanciales (así, diversos tipos de átomos). Estas especies se suelen ordenar también en grados, atendiendo a criterios cuantitativos y cualitativos (por ej., mayor o menor número de componentes, intensidades variables de una determinada cualidad, etc.). Podemos así establecer, de un modo u otro, grados entre las diversas especies de átomos, moléculas, etc., hasta llegar a los grados de la vida.

Cada grado superior –más complejo, más rico cualitativamente– «acumula» a veces las funciones y perfecciones de los inferiores dentro del mismo género de compuestos (así, el organismo humano contiene perfecciones de la vida vegetativa y sensitiva), pero evidentemente esos grados inferiores no son ya substancias virtualmente presentes en el todo (así, no hay en el cuerpo humano ni animales ni vegetales con «presencia virtual»). La existencia de tal virtualidad no se da, pues, sin más en cualquier grado de ser, sino sólo cuando se pasa de un *género de composición* a otro, como hemos explicado. Y sólo en este caso valen las observaciones que hemos hecho anteriormente sobre la presencia virtual de los componentes en el compuesto.

3. Unidades suprasubstanciales

Aspectos generales

Las substancias corpóreas se relacionan dinámicamente entre sí, formando uniones de orden de muy diversos tipos. La investigación científica manifiesta la íntima unidad dinámica y recíproca entre todos los seres corpóreos: unos actúan sobre otros, y viceversa, según diversas «fuerzas» o «energías» estudiadas por las ciencias (por ej., la fuerza gravitatoria), formando estructuraciones más y más amplias, que acaban por constituir el orden del universo físico. Estas uniones compensan de alguna manera la pobreza de los individuos inorgánicos, que necesitan agruparse y muchas veces tienden a esto para formar estructuras amplias, que tienen más fuerza y actividad por la suma de los innumerables individuos que las componen (por ej., el mar, un continente, un planeta, etc.). En las substancias inertes, debido a esa misma precariedad del individuo, se observa un predominio de la especie y del grupo sobre los seres singulares, que difícilmente actúan con independencia y por esto son menos evidentes para el conocimiento espontáneo. En el mundo inanimado emergen al conocer humano fundamentalmente las grandes agregaciones de individuos inorgánicos (rocas, montañas); hay que esperar a los vivientes para observar una emergencia más clara del individuo.

Las uniones suprasubstanciales son muy variadas, como hemos dicho. Pueden darse entre individuos de la misma especie, o de especie diversa, según distintas proporciones, y afectan de un modo más o menos profundo al modo de ser y de obrar de los componentes. El término común para indicarlas es el de *agregación,* si los elementos son homogéneos, y *mezclas* si son heterogéneos. En sentido estricto, las agregaciones y mezclas son dersordenadas (un montón de piedras), y las uniones ordenadas se llaman *estructuras* o *sistemas* (por ej., el sistema solar). De todos modos, no caben uniones con puro desorden (serían ininteligibles), pues siempre hay algún tipo de nexo y leyes que regulan las relaciones entre los individuos (así, el montón de piedras se somete a las leyes gravitatorias). El desorden existe sólo en cuanto privación de un orden más alto: entre los escombros de una casa derrum-

bada hay desorden porque falta el orden de la casa construida y prevalece el orden inferior, meramente mecánico, entre los materiales remanentes.

Los estados de la materia

Un tipo de orden peculiar es constituido por los llamados «estados de la materia» (sólido, líquido, gaseoso o aeriforme), por el cual se vinculan las moléculas formando diversas estructuras. Entre los autores tomistas no existe pleno acuerdo sobre el estatuto ontológico de estos estados.

Para algunos, los estados aeriforme, líquido y sólido amorfo (es decir, sin estructura cristalina) son agregaciones, pues la substancialidad se encontraría a nivel de molécula. Esta tesis es más probable para el estado gaseoso –el más «desordenado»–, y menos para los otros casos (algunos autores estiman, por otra parte, que no hay sólidos verdaderamente amorfos). El problema es delicado y no puede resolverse de una manera simplista, ya que las uniones moleculares son muy variadas y en cualquier caso siempre hay una ordenación dinámica más o menos fuerte, que al ir repitiéndose da lugar a la presentación macroscópica de las substancias.

Otros opinan que los cuerpos sólidos diferenciados y los líquidos unidos por continuidad serían verdaderas substancias individuales[5], pues tienen suficiente cohesión y nuevas propiedades. Las moléculas que los constituyen serían en este caso lo que los antiguos escolásticos, inspirados en Aristóteles, denominaban *mínimos naturales,* o porción cuantitativa ínfima en que una especie puede existir, y que al dividirse se transforma (por ej., una gota de agua se puede dividir en dos gotas de agua, pero la molécula de agua resulta indivisible si se quiere mantener la especie)[6].

El orden del universo inanimado

Las explicaciones precedentes van delineando el orden general que constituye lo que llamamos «cosmos» o «universo»

5. Cfr. R. MASI, *Cosmologia,* cit., pp. 247-274. Cfr. también J.E. BOLZAN, *Continuidad de la materia,* cit.
6. Cfr. P. HOENEN, *Filosofia della natura inorganica,* La Scuola, Brescia 1948, pp. 72-82.

inanimado. En el universo más amplio que comprende también a los vivientes y al hombre, *cosmos* significa orden y armonía entre seres diversos en número y especie. En el cosmos hay una jerarquía de seres perfectos e imperfectos, y el grado ínfimo corresponde precisamente al cosmos inanimado. En este grado inferior del ser la unidad entre los entes es cualitativamente más pobre, más material, menos orgánica, y la substancialidad de cada ente corpóreo singular, como hemos visto, es igualmente más precaria e imperfecta[7].

a) *El orden entre los seres físicos*

Todos los seres finitos, junto a su propia perfección substancial, se ordenan por su propia naturaleza a otros, y en esa ordenación despliegan sus potencialidades y alcanzan una mayor perfección que la que podrían tener sólo por sí mismos (en último término, se ordenan a Dios, fin último de todo lo que existe). Este orden a los demás en los seres inanimados es esencialmente externo. Las substancias inorgánicas co-existen con el resto de las unidades del mundo físico inferior. Carecen de operaciones inmanentes, que las perfeccionen a ellas mismas, como sucede con los seres vivientes. Su obrar es recíprocamente transeúnte: cada una actúa en la medida en que influye en las demás, a la vez que padece de continuo el influjo causal de las otras.

La unidad de orden del mundo físico inanimado no es orgánica. No sólo no es la unidad de un viviente, sino que tampoco es la de una máquina, de un edificio o de un conjunto estructurado jerárquicamente. A nivel de substancias y de cierto tipo de agregaciones encontramos heterogeneidad y grados de ser, pero apenas salimos de estos ámbitos reducidos y pasamos a los grandes órdenes cósmicos, encontramos más bien una repetición indefinida de las mismas estructuras, aunque en diversas proporciones (así como en el mar, o en un paisaje inanimado, todo es variado en los detalles particulares, pero en el fondo es siempre igual). En el conjunto del universo no viviente no se descubre una totalidad estructura-

7. Cfr. J.J. SANGUINETTI, *La filosofia del cosmo in Tommaso d'Aquino*, Ed. Ares, Milán 1986.

da –como pensaban los antiguos–, sino una extensión indefinida y monótona de las mismas formas físicas: al menos esta impresión se extrae de la actual concepción científica del universo, que para la filosofía natural no hace más que confirmar la situación del ser inanimado en el nivel ínfimo de la materialidad.

Estas características no privan al universo físico de inteligibilidad y belleza. Nos parece pobre en comparación con las perfecciones de nuestro planeta, enriquecido por la vida, pero no por eso cabe menospreciar su orden matemático, su armonía, su enorme extensión y su potencia física, en parangón con la aparente pequeñez de la tierra, lugar de la vida y del hombre.

h) *El orden físico con relación al hombre*

Estas últimas consideraciones mueven al hombre a preguntarse por el sentido de ese gran derroche de energías contenidas en el mundo físico. Es evidente, en primer lugar, que el orden cósmico más cercano a la tierra posibilita la existencia de los seres vivientes y en particular del hombre. Esto nada tiene que ver con el geocentrismo antiguo, ni es tampoco una visión antropomórfica del hombre. Además, las investigaciones actuales sobre el origen físico del universo parecen evidenciar que sólo en las estrictas condiciones energéticas en que se ha formado resultaba posible la vida terrestre, como si hubiera sido proyectado «para» el hombre (el hecho es hoy denominado «principio antrópico»)[8].

> «La radiación cósmica de fondo pone fuertemente en evidencia una evolución cósmica específica dependiente de condiciones restringidas a límites extremadamente estrechos. Uno de ellos es la proporción originaria de los fotones respecto a los protones, neutrones y electrones. Si esa proporción hubiera sido levemente inferior al valor antes indicado, gran parte quizá todo el hidrógeno se habría convertido en helio. En tal caso el universo habría quedado

8. Cfr. c. II de la última parte de este libro.

privado de toda vida orgánica. Otra de esas condiciones se refiere al número total de partículas, es decir, a la masa total del universo. Si esa masa hubiera sido un poco mayor que la indicada por el actual índice de expansión y por otras observaciones, la expansión, teniendo en cuenta la más fuerte atracción gravitatoria, habría sido demasiado lenta para permitir la cocción cósmica *(cosmic cooking)* de los elementos que ella ha de producir también en sus actuales y peculiarísimos porcentajes relativos. Con una notable mayor cantidad de materia originaria, la expansión (y la cocción cósmica) no habría tenido lugar de ningún modo. Si esa masa hubiera sido ligeramente inferior, la expansión habría sido demasiado rápida para mantener las temperaturas y presiones necesarias para la cocción cósmica. Puede decirse en verdad que el universo ha tenido un estrecho marco para devenir lo que actualmente es. Puede en verdad decirse que si el universo tiene su actual peso, es porque nosotros, los seres humanos, estamos aquí: una consideración de gran peso, que se encuentra en la reciente literatura cosmológica bajo el rótulo de principio antrópico»[9].

El mundo físico sirve al hombre, además, en muchos otros sentidos, pues se le ofrece como fuente de recursos técnicos que él puede descubrir con estudio y trabajo, y como objeto de contemplación tanto para las ciencias como para la filosofía. Al conocer el cosmos, el hombre aprende a valorar su propia pequeñez material y su grandeza espiritual, su dominio relativo y limitado sobre las estructuras materiales, y descubre la existencia de leyes y órdenes que le trascienden, de los que no es autor. Y si su belleza es capaz de cautivar su inteligencia, su inescrutabilidad le vuelve más consciente de las limitaciones de la ciencia humana. En último término, la contemplación del cosmos físico y su utilización para fines materiales son un poderoso estímulo para que el hombre perfeccione su vida espiritual y conozca mejor a Dios, el Creador del universo.

9. S. JAKI, *Cosmos and Creator,* Scottish Academic Press, Edimburgo 1980, pp. 40-41.

4. TRANSFORMACIONES

Noción general

Ahora que conocemos los diversos niveles de constitución corpórea, podemos explicar mejor el cambio sustancial, el más profundo que se produce en el seno de la naturaleza. En realidad, el procedimiento de investigación es inverso, porque siempre han sido los cambios los que estimularon el avance de la ciencia y los problemas de la filosofía.

La transformación substancial es el proceso por el que una substancia específica, o al menos una parte suya se muda en otra u otras substancias de especie idéntica o diversa. Este proceso, como hemos visto, se hace posible porque la materia prima, como último sustrato substancial, pierde una forma específica al mismo tiempo que adquiere otra. Por tanto, el cambio substancial puede tener dos direcciones: producción de una nueva substancia o *generación (via ad esse),* y destrucción de la substancia o *corrupción (via ad non esse).* Los dos procesos van unidos, porque la adquisición de una forma específica implica la desaparición de otra: la generación de algo supone la corrupción de otra cosa *(generatio unius, corruptio alterius).*

Sólo en los seres inorgánicos esto se da estrictamente, pues la substancia *a quo* da toda su materia a las nuevas substancias generadas, y por consiguiente se destruye enteramente en la transmutación (el agua se descompone en hidrógeno y oxígeno, dejando de ser agua). En los vivientes, propiamente una substancia no *se hace* otra (salvo en la alimentación y la muerte), sino que *engendra* otra, sin por eso destruirse; el generante produce al generado a partir de su propia materia; la corrupción previa a la generación afecta sólo a una parte corpórea, dispuesta orgánicamente para esa corrupción.

El cambio substancial no implica creación ni aniquilación, pues se parte de una potencia sujeta a privación, y no de la nada absoluta. *Ex nihilo, nihil fit:* de la nada, nada puede producirse, como si ésta fuera una causa material. Sólo Dios puede *crear,* esto es, producir un ente sin partir de una materia previa. Los agentes creados se limitan a transformar: su causalidad eficiente debe concurrir con una causalidad material adecuadamente dispuesta. Por lo mismo, la substancia

que se destruye no es aniquilada –proceso inverso a la creación–, sino que es transformada en otra.

Algunos físicos a veces hablan de fenómenos de «creación» y «aniquilación» en los procesos de transmutación de unas partículas en otras, o a propósito de la equivalencia masa-energía, pero esos términos filosóficamente son inexactos: tales cambios son propiamente generaciones y corrupciones, en el ámbito substancial o en el accidental.

Modalidad del cambio substancial

Veamos las principales características de los cambios substanciales[10].

La transformación substancial va preparada por una serie de cambios accidentales previos, especialmente alteraciones, que lenta o bruscamente indisponen a la materia para la posesión de la forma actual, y la disponen en función de la nueva (por ej., modificaciones en la cantidad y el movimiento, cambios energéticos o de temperatura, etc.). La pérdida de una forma no acontece sin una cierta violencia, pues toda substancia tiende a perseverar en el ser.

La mutación substancial se produce instantáneamente, aunque la previa preparación cualitativa –que es la que se sujeta directamente a la observación empírica– se desarrolla en un período de tiempo más o menos prolongado. La razón es que la materia prima no puede estar privada de alguna forma substancial ni siquiera por un instante; en el mismo momento en que la forma anterior desaparece, se actúa la nueva forma (por otra parte, la forma substancial no es intensiva, y por tanto, no puede ir apagándose o apareciendo poco a poco). Esto implica que la mutación substancial no es un movimiento en sentido estricto, un proceso sucesivo, sino un salto brusco de la potencia al acto.

Los accidentes no permanecen como sujeto en el cambio substancial, pese a que «parezca» que antes y después de la transformación están prácticamente los mismos accidentes. Estos –estando sometidos a continuas variaciones en orden a

10. Cfr. R.P. PHILLIPS, *Modern Thomistic Philosophy,* The Newman Press, Westminster 1950, pp. 128-140.

la generación– antes del cambio están bajo el influjo de la antigua forma, y después del cambio dependen de la nueva, siendo *numéricamente distintos,* pues en un caso pertenecían a un individuo, y luego corresponden a otro.

La generación substancial es muy distinta en los vivientes y en los seres inorgánicos:

a) *Los vivientes se generan por reproducción, pues tienen la capacidad vital de transmitir su especie.* El agente de la reproducción orgánica es el generante, que posee una forma específica y tiende espontáneamente a transmitirla, suscitándola en una materia proporcionada de su propio organismo, y generando así un individuo de su misma especie. Los seres inorgánicos carecen de esta capacidad.

b) *Las substancias inorgánicas se generan por composición y descomposición, por alteraciones profundas o simplemente por divisiones y uniones cuantitativas.* La experiencia demuestra que las substancias inanimadas se transforman por cambios profundos en su composición físico-química, los cuales son provocados por alteraciones cualitativas más o menos intensas que rompen los equilibrios dinámicos de los cuerpos. La simple división o unión cuantitativa puede producir multiplicación de un individuo en muchos, o viceversa, sin transmutación específica.

La causalidad en los cambios substanciales

a) *Origen de las formas*

Un primer problema que se plantea es el «origen de la forma substancial». Los antiguos discutieron mucho este punto, y cayeron en dos extremos: según algunos platónicos, las formas vendrían extrínsecamente por creación divina (serían un ente *quod* que debe ser producido como tal); otros sostenían que las formas estarían ocultas o latentes en la materia, y que la causa externa se limitaría a predisponer a la materia para que las «liberase» (la novedad del cambio era sólo aparente). Estas explicaciones, si bien incorrectas, se inspiraban en el principio de causalidad: la nueva perfección esencial no surge por una auto-transformación de la materia, que desde su total pasividad se iría actualizando a sí misma.

Según la doctrina tomista, *la forma substancial es educida por el agente de la potencialidad de la materia*[11]. La intervención de la causa eficiente es necesaria para «reducir» o conducir al acto la potencialidad de la materia, ya que ésta de por sí es pasiva y no puede actualizarse por sí misma. Pero la nueva forma preexiste de algún modo en la materia, no como algo oculto o implícito, sino con un ser potencial. La causa eficiente, por medio de las oportunas modificaciones accidentales previas, termina por *educir* la forma de la potencia de la materia: «educir» se opone a «introducir» extrínsecamente, y significa «extraer» o provocar la emergencia actual de algo que antes era potencial[12].

Estos principios generales, sin embargo, no se aplican unívocamente en todos los casos. La doctrina de la *eductio formae* encuentra un ejemplo paradigmático en algunas transformaciones técnicas accidentales. Así, un escultor no tiene una forma separada y la transplanta al mármol, sino que labra el mármol para que en éste se *forme* la estatua. Pero nótese que en este caso la causa es intelectiva, y trabaja con un modelo o «causa ejemplar» que es la forma concebida por la mente del artífice y suscitada en la materia. Esa forma ejemplar no es la misma numéricamente que la que aparecerá en el cambio físico, pero sí lo es específicamente: la forma ejemplar de un agente intelectivo es inmaterial, es decir, pertenece al orden del ser espiritual, mientras que las formas corpóreas dependen de la materia.

En los cambios substanciales naturales, evidentemente, no existe una causa intelectiva en la que la nueva forma esté precontendida intencionalmente[13]. Sin embargo, es obvio que los cambios substanciales comportan la aparición en la naturaleza de nuevas «formas», y que hay factores causales naturales, de carácter eficiente, que ponen en marcha el proceso necesario que a ellas conduce. Estos factores a veces son externos y

11. Cfr. Tomás DE AQUINO, *De Veritate,* q. 11, a. 1, c.; *S. Th.,* I, q. 45, a. 8, c.; q. 90, a. 2, ad 2.

12. Sólo el alma humana, por ser espiritual, no es educida de la materia, sino que es creada directamente por Dios como acto del cuerpo humano generado por los padres.

13. Cfr. sobre este tema, la segunda parte, cap. V, n. 2 de este libro, donde se estudia con más detalle la causalidad física.

otras son internos, o mejor, normalmente se observa una mutua correlación proporcionada entre el influjo de factores externos e internos que, al establecerse determinadas condiciones materiales, producen el cambio. Así, cambios accidentales importantes (modificaciones energéticas de todo tipo) destruyen el equilibrio cualitativo de la substancia alterada, provocando su corrupción substancial y una consiguiente generación.

Se ha de tener en cuenta, además, que los cambios substanciales en el mundo inorgánico son de naturaleza distinta a la generación vital. Los vivientes poseen naturalmente una forma substancial que, mediante procesos corpóreos en el propio organismo, consiguen transmitir a nuevos individuos. El viviente intenta –con intencionalidad natural, no consciente– comunicar su propia perfección vital a otros individuos, para preservar la especie.

Nada de esto ocurre en las transformaciones substanciales de los seres inanimados. Los agentes externos no poseen la forma que van a educir, y por eso no tienden a causarla, al modo de un generante vivo. Los cambios substanciales inorgánicos se producen simplemente por obra de cambios cualitativos profundos que resultan de la actividad natural de las cosas y de sus mutuas interacciones, según leyes precisas y un orden material universal. Las nuevas formas que surgen estaban precontenidas potencialmente en la materia, de manera que se actualizan en el momento en que se producen los estados cualitativos oportunos. Este proceso puede también aplicarse a la producción de nuevas especies vitales, en el cuadro de la evolución biológica limitada a las formas que dependen intrínsecamente de la materia (es decir, a seres no-espirituales, pues no es posible que el alma humana, espiritual, provenga de una transformación corpórea).

El hombre puede también intervenir causalmente en la educción de formas específicas, como demuestra la experiencia (por ej., industria química). De este modo, al producir nuevas composiciones químicas, utilizando las potencialidades de la naturaleza, puede formar compuestos artificiales (por ej., plásticos, medicamentos, fibras sintéticas, etc.), que en cierto sentido son también naturales –causalmente–, y que con gran probabilidad son verdaderas nuevas substancias, desde el punto de vista de la especie. Filosóficamente, no hay

inconveniente tampoco en que el hombre suscite la aparición de nuevas especies biológicas, pues el proceso es análogo a la producción de especies químicas nuevas, producidas artificialmente pero contenidas naturalmente en las posibilidades de la materia.

b) *Casualidad trascendente*

Las explicaciones precedentes no agotan las exigencias del principio de causalidad. Por una parte, las causas naturales actúan siempre sobre la base de una materia preexistente, de manera que son causa del cambio, pero no propiamente del efecto completo, considerado en su mismo ser. El generante natural no hace más que someterse a unas condiciones precisas de actuación con las que produce la generación, pero realmente no es la causa completa del ser generado: es responsable de su *llegar a ser,* pero no de su *ser,* que ya viene dado por el orden natural. En metafísica se estudia con más profundidad este aspecto, que conduce a una Primera causa creadora del universo, de sus leyes y de todos los entes en lo que tienen de ser *(actus essendi).*

El examen de la finalidad intrínseca natural conduce igualmente a una conclusión teológica (natural). Las causas naturales, guiadas por una clara intencionalidad natural, suscitan de modo espontáneo la actualización de formas en la naturaleza; con su actividad propia, dan lugar –unas y otras recíprocamente– al orden y armonía del cosmos[14]. Todos los seres físicos, con sus interacciones, construyen y mantienen el orden maravilloso del universo físico, y ésta es su última finalidad inmanente. Una obra perfecta, bella, inteligible, cuyo conocimiento preciso exige un esfuerzo continuado de la razón humana, ha de tener como última causa una Inteligencia, pues es propio de la inteligencia concebir los fines y poner orden en las cosas. Lo que tiende por naturaleza a un fin, aunque no sea inteligente, obra conforme a una naturaleza establecida por una Inteligencia trascendente, a la que llamamos Dios.

No por eso mueve Dios mecánicamente a las cosas para que éstas alcancen sus fines, a la manera de un ingeniero que

14. Cfr. R. SPAEMANN-R. LÖW, *Die Frage Wazu,* R. Piper und Co. Verlag, Munich 1981.

construye un mecanismo con unos fines extrínsecos a los materiales empleados. Dios otorga a las cosas una tendencia espontánea hacia su propio fin, como una flecha –en la comparación de los antiguos– se dirige al blanco por impulso propio, pero recibido de quien apuntó al blanco. La comparación es limitada, con todo, porque Dios no mueve al mundo dándole un «impulso inicial» sobreañadido a su naturaleza, sino que crea todo el «sistema» con sus fuerzas propias, de manera que éste desde el primer momento actúa por sí mismo y en virtud de su propia naturaleza, y a la vez toda su actuación depende de la obra creadora de Dios.

La naturaleza aparece así como una «obra de arte» de un Artista creador, sin que por eso se reduzca a un mecanismo artificial sin fuerzas propias (pues entonces ya no sería *naturaleza,* principio intrínseco de operaciones). Dios no es un Artista al modo humano, es decir, no ordena cosas preexistentes, sino que instituye tanto el orden como las cosas ordenadas y sus leyes de actuación: causa en cuanto Creador, porque *crea la misma naturaleza.* Así lo expresa el siguiente texto de Santo Tomás:

«La naturaleza no es otra cosa que el proyecto de un Arte divino *(ratio cuiusdam artis, scilicet divina),* impreso en las cosas *(indita rebus),* por la que las mismas cosas se mueven a su fin determinado; como si el constructor de una nave pudiera atribuir a los leños la capacidad de moverse por sí mismos para formar la estructura de la nave[15].

A veces se dice que el progreso científico, al descubrir progresivamente las leyes de la actividad de los cuerpos, hace innecesario recurrir a Dios como Causa trascendente de la naturaleza. En rigor, la situación es más bien la inversa: las ciencias naturales, en su progreso continuo, descubren más y más un orden profundo en la naturaleza que lleva a fortalecer la base del razonamiento que lleva hasta Dios.

15. Tomás DE AQUINO, *In Phys.*, II, 14 (268).

SEGUNDA PARTE

LAS PROPIEDADES DE LA SUBSTANCIA MATERIAL

Capítulo I

LA CANTIDAD DIMENSIVA

Comenzamos ahora el estudio de las propiedades de los seres corpóreos. Esta segunda parte de la filosofía natural no debe verse como algo separado respecto de la primera. Al examinar los accidentes necesarios del ser corpóreo, estamos conociendo la naturaleza misma de los cuerpos, la cual no se restringe a los aspectos estrictamente constitutivos, sino que abarca toda la trama de propiedades y relaciones esenciales que se siguen de la esencia. Los accidentes son tales en cuanto a la subsistencia –no subsisten, sino que inhieren en la substancia–, pero son al mismo tiempo *esenciales,* si constituyen propiedades necesarias de las cosas.

La substancia corpórea manifiesta primariamente dos propiedades intrínsecas fundamentales: la cantidad dimensiva y las cualidades. Surgen de ellas las acciones y pasiones, por las que los cuerpos se relacionan causalmente unos con otros. Hay también propiedades más externas pero vinculadas con las anteriores: la cantidad determina la situación espacial o localización; el movimiento del ser cuantitativo produce su condición temporal.

Nuestro estudio se inicia con la cantidad dimensiva, la propiedad primaria de los seres físicos, puesto que las demás son poseídas bajo la mediación de las condiciones cuantitativas de los cuerpos. Pensamos que este modo de comenzar es plenamente realista. Algunos autores, en este punto, suelen comenzar por el estudio de la idea de número o del espacio, cuando en realidad estas nociones son una consecuencia cognoscitiva del ser dimensivo natural. Partimos de los aspectos primarios y reales, y posteriormente intentamos reconducir otras propiedades derivadas al ser concreto e íntegro investigado por la filosofía natural.

1. Noción de cantidad dimensiva[1]

El término «cantidad» traduce el latino «quantitas», derivado de «quantum» (cuánto). Expresa, por tanto, un concepto relacionado con la magnitud, la medida, el número y la divisibilidad. En el lenguaje ordinario se utiliza, efectivamente, en relación con los conceptos mencionados: se habla de la cantidad de algo para designar su magnitud (si es grande o pequeño), la medida de esa magnitud mediante números (eligiendo una determinada unidad como patrón de referencia), etc.

Estos conceptos expresan aspectos básicos de la realidad, y su estudio originó dos ciencias cultivadas desde la antigüedad: la matemática, que los considera de modo abstracto (o sea, prescindiendo de su realización concreta en los entes materiales), y la física experimental, que estudia la realidad material con la ayuda de los conceptos cuantitativos.

La filosofía natural se pregunta por la naturaleza misma de la cantidad: intenta describirla, y explica sus características y consecuencias, y examina sus relaciones con los demás accidentes.

Naturaleza de la cantidad dimensiva

Todos los cuerpos se manifiestan como extensos, con una cierta magnitud y dimensiones: por eso, pueden dividirse, aumentar o disminuir de tamaño, y cambiar de lugar. La raíz de esas notas es que el cuerpo tiene *partes extra partes,* o sea, partes no compenetradas, que se encuentran unas fuera de las otras; además, esas partes se encuentran reunidas según un cierto orden, de acuerdo con el modo de ser de cada substancia.

De un ente así decimos que es un *ens quantum,* un ente cuantificado: tiene una cantidad extensa, o cantidad dimensiva.

1. Sobre este tema, cfr. ARISTÓTELES, *Metafísica,* V, 13: XIII, 2-3: Tomás DE AQUINO, *In Metaphys.*, V, 15; Juan DE SANTO TOMÁS, *Philosophia Naturalis,* I, q. XX; J.M. AUBERT, *Filosofía de la naturaleza,* Herder, Barcelona 1970, pp. 357-362; P. HOENEN, *Cosmologia,* cit., pp. 5-64.

Existe también la *cantidad numérica* o «discreta», en virtud de la cual decimos que hay *varios* entes y así podemos contarlos; por ahora, al hablar de la cantidad en general, nos referiremos a la dimensionalidad.

No es posible dar de ella una definición estricta, pues se trata de un concepto primario: si se definiera en función de la extensión, de la magnitud, etc., se incurriría en un círculo vicioso, ya que estos conceptos suponen el de cantidad. En efecto, la cantidad es aquella propiedad de los cuerpos por la que éstos tienen extensión, magnitud, son divisibles, etc. Aristóteles la define por una de sus consecuencias, la divisibilidad: «Es *quantum* aquello que puede dividirse en partes intrínsecas, cada una de las cuales es separable»[2].

Para penetrar más en la naturaleza de la cantidad, examinaremos algunas de sus características más importantes, que se encuentran resumidas en la siguiente proposición: *la cantidad es el primer accidente del ente corpóreo, derivado de su materia.* Analizaremos seguidamente las cuatro afirmaciones contenidas en esta proposición.

La cantidad, accidente de la substancia

La cantidad dimensiva es un accidente, realmente distinto de la substancia. En efecto, nunca se da en la realidad una «cantidad subsistente»: lo que existe son cuerpos que tienen cantidad, extensión, magnitud, etc.; pero estas características son siempre determinaciones de un sujeto subsistente, o sea, de una substancia individual: de un hombre, de un árbol, de una piedra, etc.

Pero todo cuerpo tiene cantidad. *La cantidad acompaña necesariamente a la substancia material.* Además, ella determina a la substancia de un modo intrínseco: tener cantidad no es algo que complete a la substancia en virtud de sus relaciones con otros cuerpos, sino que, por el contrario, es su cantidad lo que hace que la substancia tenga determinadas relaciones con otros cuerpos.

Pero *la cantidad no se confunde con la substancia (ser un caballo* es distinto de *ser un caballo grande),* como hemos vis-

2. ARISTÓTELES, *Metafísica,* V, 13, 1020 a 7.

to al tratar de la substancia corpórea. Las posturas mecanicistas reducen la realidad a la materia y a sus desplazamientos de lugar, y en ocasiones, reducen además la substancia material a la pura extensión (así lo hizo, por ejemplo, Descartes). Pero esa substancialización de la extensión o de la cantidad implica tomar una abstracción como real. Si sucediera ese absurdo, así como se dan entes tales como ese perro o esa piedra concretos, existirían otros entes semejantes –substanciales– que serían «esa cantidad» o «esa extensión»: por ejemplo, la «cantídad 5 kilos» o la «extensión 2 hectáreas»[3].

La substancia material está siempre vinculada a la cantidad. Para cada substancia física existe una determinada cantidad de la materia, necesaria para que pueda darse la correspondiente forma substancial y las cualidades que le son propias: se ha de dar una determinada disposición material, por ejemplo, para que se produzca ácido sulfúrico o para que se engendre y desarrolle un perro. Evidentemente, esa proporción es cada vez más compleja y delicada cuanto más perfecto es el ente de que se trate; es mucho más rica, por ejemplo, en un ser vivo que en un compuesto inorgánico. Si se rompe o disminuye esa proporción cuantitativa, se producirán cambios en las cualidades o incluso un cambio substancial, o se impedirá que la substancia actúe según todas sus posibilidades específicas; así, una indisposición cuantitativa que afecte a un ojo afectará a la capacidad de visión de un hombre, pero si esa indisposición afecta a un órgano principal, podrá causar la muerte. Los cambios en la cantidad, dentro de ciertos márgenes, no implican cambio substancial, pero pueden llegar a provocarlo si son suficientemente importantes.

La cantidad como primer accidente

La cantidad es el primer accidente de la substancia corporal: las demás propiedades determinan a la substancia a través de su cantidad[4]. Las cualidades, por ejemplo, afectan a los

3. Ya se ha mencionado anteriormente el mecanicismo de Descartes. Sobre su planteamiento filosófico, estrechamente relacionado con lo cuantitativo y lo matemático, cfr. E. GILSON, *La unidad de la experiencia filosófica,* Rialp, Madrid 1973, pp. 147-176 y C. CARDONA, *René Descartes: Discurso del método,* Emesa, Madrid 1975.

4. Cfr. Tomás DE AQUINO, *S. Th.*, III, q. 77, a. 2, c.

cuerpos en cuanto que son modos de ser que se dán en una determinada materia, o sea, en una materia extensa, con dimensiones, cuantificada. Los cuerpos actúan y reciben el influjo de otros cuerpos también a través de una materia con dimensiones concretas. La presencia en un lugar supone igualmente una materia extensa. La duración temporal es propia de los entes materiales, que tienen un modo de ser realizado en una materialidad concreta.

Mas en general, notamos que *la substancia recibe las determinaciones accidentales según un orden* (no temporal, sino de naturaleza: no es que unos accidentes comiencen a darse después de que existan otros). Unos accidentes afectan a la substancia a través de otros, aunque no por eso dejan de ser accidentes los que sirven de soporte a otros. Según este orden de naturaleza, *la substancia corporal es determinada inmediatamente por la cantidad y, a través de ella, por los demás accidentes,* que son en acto afectando directamente a la cantidad y participando de algún modo de sus dimensiones.

Este carácter primario o «sustantivo» de la cantidad permite comprender que algunos hayan reducido todas las cualidades corpóreas –e incluso la naturaleza misma de las substancias materiales– a los aspectos cuantitativos. Este es el caso de las doctrinas mecanicistas. Además el ser cuantitativo puede ser objeto de cálculo y de tratamiento matemático, por lo cual quienes reducen la realidad a lo que puede ser medido por el hombre, suelen también reducirla a sus aspectos cuantitativos. Las consideraciones anteriormente expuestas, a la vez que muestran el carácter primario de la cantidad, permiten evitar estos equívocos de las posturas mecanicistas y cientificistas.

La cantidad y la materia

La cantidad dimensiva o extensión del cuerpo tiene como consecuencias el tamaño, la divisibilidad, la mensurabilidad, etc. Estas características no se refieren a un modo de ser específico de algún tipo de substancias, sino que se dan en toda substancia material, sea cual sea su naturaleza específica. Un perro, un árbol, un mineral son substancias específicamente diversas, pero todas son extensas, tienen cierta magnitud, son divisibles en partes, etc. Por tanto, la can-

tidad no afecta a las substancias por tratarse de ese tipo u otro de substancias, sino por ser materiales[5]. Precisamente por esto habíamos definido inicialmente a la substancia corpórea como la substancia dimensiva.

Por eso puede decirse que la cantidad afecta a la substancia corpórea en razón de la materia. En la substancia individual compuesta de materia y forma, la cantidad expresa la disposición básica de la materia. *Todo ente material es siempre un ente cuantificado y extenso;* en cambio, los seres espirituales –en cuya esencia no entra la materia– no tienen cantidad, ni extensión, ni las propiedades consiguientes: divisibilidad, localización, multiplicación material, etc.

Las ciencias físico-matemáticas estudian preferentemente los aspectos cuantitativos de los cuerpos, y consideran las cualidades en cuanto están afectadas por la cantidad. Por eso, su método se aplica directamente al estudio de los seres inanimados. Cuando se consideran los aspectos esenciales y cualitativos de la realidad, el método físico-matemático sólo sirve para estudiarlos en la medida en que se encuentran relacionados con la cantidad.

Carácter real de la cantidad

Señalemos, por último, que la cantidad es algo real, no reductible a una simple concepción de la mente humana. Ciertamente no subsiste pero como *propiedad es real en las substancias corpóreas.* Por eso hemos afirmado que la cantidad *es un verdadero accidente del ente corpóreo,* y no una pura categoría mental que sirva para recoger relaciones establecidas por la razón humana o para ordenar los datos de la experiencia sensible (como afirman las posturas filosóficas de tipo kantiano)[6].

No hemos de imaginar, por otra parte, que el ente cuantitativo «ocupa» cierta extensión, a modo de doblete de su propia dimensión; como veremos, esa «extensión vacía» es

5. *Ibid.*, «La primera disposición de la materia es la cantidad dimensiva».

6. Cfr. I. KANT, *Crítica de la razón pura. Analítica trascendental,* libro 2, cap. 2, sec. 3, 1, donde intenta explicar cómo la matemática es aplicable a objetos de la experiencia.

una abstracción geométrica, no una realidad. La extensión no es el sitio donde se colocan los cuerpos, sino la misma dimensionalidad de la substancia corpórea.

2. Cantidad y continuidad

La cantidad implica que se den en la substancia partes extensas, diversas unas de otras: es así un principio de diversificación. Al mismo tiempo, cada substancia posee su propia continuidad entre sus partes. Estudiaremos ahora cómo se dan en las substancias corpóreas estas dos características, que podrían parecer contrapuestas. Este examen permitirá penetrar con mayor profundidad en el conocimiento de la naturaleza de la cantidad y, por consiguiente, de la substancia material cuantificada.

La continuidad

La característica central de la cantidad dimensiva, de la que proceden sus demás propiedades, y la que ha suscitado la mayor parte de las discusiones especulativas en torno al tema, es la *continuidad.*

La cantidad dimensiva es un acto del ente corpóreo, en virtud del cual éste es divisible en partes externas, si bien en acto no está dividido (*dividir* es romper la unidad de un ente; aquello en que algo se divide se denomina *parte). La cantidad es «continua» precisamente porque es individida en acto, aunque divisible en potencia.* Dos cuerpos están en relación de *discontinuidad* espacial si sus extremos extensos no se tocan, pues están separados por un *medium* (también corpóreo). Si los cuerpos se tocan, se dice que son *contiguos.* Pero si dos porciones de un cuerpo no sólo se suceden una a otra, sino que no están divididas por extremos, de modo que podemos decir que una parte acaba donde otra empieza, entonces esas porciones son *continuas.* En realidad sucede aquí que no hay partes actuales: esas «porciones» son sólo potenciales, ya que resultarían si el cuerpo se dividiera en acto.

Como se ve, por la cantidad dimensiva los cuerpos tienen «partes extra partes», unas fuera de otras, extendidas de modo continuo –sin separación– en todo el cuerpo. Esta con-

tinuidad no se puede definir ni demostrar: como característica primaria de la cantidad, *solamente puede describirse:* no hay conceptos más primarios, en este orden de la realidad, que pudieran servir para definir la continuidad extensa o para demostrarla positivamente. Puede darse, no obstante, una demostración indirecta o negativa, por reducción al absurdo si en una substancia se diera una discontinuidad en sus dimensiones propias, no compensada por la presencia de otras partes dimensivas, esto implicaría o bien que se darían partes corporales sin extensión –sin dimensiones, sin tamaño–, lo que no tiene sentido, o bien que existiría en alguna porción de la substancia el vacío ontológico (o sea, la nada), lo cual es imposible, pues la nada no tiene ningún tipo de existencia real.

Al hablar de las partes que tiene la substancia en virtud de la cantidad es claro que se alude solamente a las «partes cuantitativas», o sea, a la extensión por la que las partes de la substancia se encuentran extendidas en unas ciertas dimensiones. Sólo en este aspecto se da la continuidad en la substancia. Si consideramos las partes diferenciadas que manifiestan diversas cualidades (por ejemplo, los órganos de un ser vivo), se da entre ellas una contigüidad, pero esa contigüidad se encuentra «apoyada» en la de las dimensiones corporales de cada ente singular extenso.

La cantidad continua o dimensiva

El accidente «cantidad» («cantidad continua» o «cantidad dimensiva») afecta a la substancia entera –y no sólo a partes determinadas de ésta–, en cuanto que *las dimensiones de la substancia material abarcan toda su extensión sin solución de continuidad.*

La continuidad dimensional es compatible con la heterogeneidad cualitativa[7]. Por ejemplo, un hombre es una sola substancia con unas dimensiones determinadas, y todo lo que se encuentra dentro de esas dimensiones pertenece a su substancia. Sin embargo, él posee partes muy diferenciadas, con cualidades diversas, como son los distintos órganos del cuerpo

7. Cfr. P. HOENEN, *Cosmologia*, cit., pp. 16-22.

humano. Pero a la vez, sus dimensiones afectan a toda la substancia siempre de un modo continuo.

En realidad, *las partes cuantitativas, puramente dimensionales, constituyen la manifestación de un solo acto –la cantidad–, que afecta a toda la substancia.* Esas partes no se pueden numerar o contar, porque no existen en acto. Sólo se pueden contar las partes cualitativamente diferenciadas, que suponen la existencia de la cantidad continua o dimensiva.

Sin embargo, la cantidad dimensiva de un cuerpo es limitada, acabada: tiene un límite o término externo. Y por eso, unos cuerpos están divididos o «separados» de otros. La división de la cantidad continua origina la multitud de la cantidad, o *cantidad discreta,* ya que de ella resulta una cierta cantidad de entes diferentes.

Hemos de notar, por otro lado, que la continuidad afecta también a otros dos aspectos relacionados con la extensión corpórea: el movimiento local y la duración temporal son también *continuos,* como veremos más adelante.

Cantidad y unidad substancial

Cada substancia tiene una *unidad substancial:* es *un* ente, determinado esencialmente por su forma substancial y accidentalmente por sus formas accidentales, *distinto de otros* entes. *Esta unidad se da en toda substancia, y admite grados:* cuanto más perfecta es una substancia, tiene una unidad mayor. La metafísica estudia esa unidad como propiedad básica de todo ente: El *unum,* perfección trascendental del ente en cuanto tal, compete a toda substancia, y se realiza con mayor plenitud en los seres espirituales. En el ámbito de los cuerpos inertes, es más difícil –como hemos visto– aplicar los criterios de substancialidad (para determinar si un cuerpo es una substancia, o un conjunto de substancias, etc.).

Pero las substancias materiales, al poseer partes cuantitativas, tienen una unidad substancial que se apoya sobre la *unidad dimensiva,* o sea, sobre la continuidad de esas partes. Si no hay continuidad, no habrá unidad dimensiva y, entonces, ya no se dará una sola substancia, sino varias. La unidad dimensiva es unidad de continuidad o unidad de extensión, y *es imprescindible para que haya unidad substancial:* la discon-

tinuidad cuantitativa manifiesta que existe una pluralidad de substancias, cada una con su propia extensión y dimensiones[8].

Los cuerpos, pues, en virtud de su extensión, son divisibles, y su división efectiva da lugar a cuerpos diferentes. *La unidad dimensiva es débil, pues basta la división material para romperla,* provocando que de un ente corpóreo se originen varios. Los seres espirituales tienen una unidad mucho más fuerte, ya que, al no tener materia, no están en potencia de dividirse.

Las partes cuantitativas de una substancia material pertenecen a un solo ente, pero, por la divisibilidad de la materia, están en potencia próxima de originar múltiples entes. Por tanto, aunque cada substancia corpórea tiene una unidad, ésta es relativamente débil, ya que puede perderse por la simple división material.

La continuidad, en definitiva, es un tipo de «unidad en la multiplicidad»: es la unidad propia de la cantidad, correspondiente al ser material. El ente material, cuantitativo, es *uno en acto* y *múltiple en potencia.*

Continuidad y física noderna

No se opone a la existencia de la cantidad dimensiva el hecho de que a nivel microfísico se den numerosas discontinuidades, ya sea entre los componentes estructurales de la materia (átomos, partículas, etc.), como en sus propiedades, que se presentan habitualmente de modo «cuantizado», esto es, como múltiplos de ciertas cantidades fundamentales (constante de Planck), y por tanto de modo discreto. Tales discontinuidades cuánticas se refieren siempre a propiedades cualitativas de esos entes meriales (como la energía, la carga, el momento angular), y no hacen referencia a su sola cantidad dimensiva o extensión[9]. Y con respecto a la discontinuidad de

8. Cfr. ARISTÓTELES, *Física,* V, 3; VI, 1; *Metafísica,* V, 6; X, 1; y los correspondientes comentarios de Tomás de Aquino: en estos textos se estudia la continuidad, la unidad substancial, y la relación entre ambas.

9. En alguna ocasión se han intentado formular teorías en las que incluso el espacio estaría cuantizado. No pasan de ser intentos teóricos sin una suficiente base experimental, pero incluso en tal caso habría que considerar atentamente si tal cuantización afectaría propiamente a la extensión, esto es,

los elementos constitutivos de la materia, basta recordar la inadecuada imagen mecanicista según la cual la materia se compondría de corpúsculos individuales y localizados moviéndose en un vacío inmaterial. Como se ha visto anteriormente, para la física actual la materia no puede describirse como un conjunto de partículas puntuales e independientes; hay que acudir, simultáneamente, a la existencia de campos y ondas distribuidas en el espacio, que forman una única realidad con las partículas.

La física moderna ya no trabaja con un modelo de extensión «clara y distinta», susceptible de una medición perfecta mediante el cálculo infinitesimal (modelo propio de la física clásica). A nivel microfísico no pueden determinarse con precisión las dimensiones de las entidades y sus movimientos, como consecuencia del principio de indeterminación de Heisenberg y de los principios de la física cuántica. Pero esto no elimina la realidad de la extensión, sino que sólo impone un modo peculiar de medirla.

3. Características del ente cuantificado

Todo ente corpóreo, afectado por la cantidad dimensiva es divisible, mensurable e individual. Ya hemos estudiado algunas de estas características. Añadiremos ahora otras consideraciones que permitirán conocer mejor la naturaleza de la cantidad.

La divisibilidad

Como acabamos de ver, cada cuerpo es materialmente uno, está «individido», pero al mismo tiempo es divisible en partes cuantitativas.

a la cantidad dimensiva, o si se trataría más bien de una característica de los entes materiales concretos, determinando, por ejemplo, las dimensiones mínimas físicamente posibles. Cfr. W. HEISENBERG, *Die beobachtbare Grössen in der Theorie der elementaren Teilchen,* «Zeitschrift für Physik», 120 (1942), pp. 513-538, 673-702.

Por la división de la cantidad, de un ente corporal se hacen múltiples entes. *La división es el modo ínfimo de la generación y corrupción de las substancias;* los seres inferiores (entes no vivientes, y los vivientes inferiores) se pueden multiplicar por simple división material. Esa división provoca que, a partir de una forma substancial, se originen varias numéricamente diversas.

Todo ente material es divisible, ya que posee extensión y, por tanto, partes cuantitativas potenciales. Puede suceder que de la división de un cuerpo se originen cuerpos de diferente naturaleza, o que no existan –al menos, de momento– medios que hagan posible la división de un cuerpo determinado. Tampoco sería filosóficamente imposible que existieran unidades mínimas de materia *físicamente* indivisibles (lo que debe decidir la ciencia. Pero es imposible un ente material cuantitativamente indivisible, sin partes, pues ese ente sería inextenso y, por tanto, no sería material.

Por consiguiente, *todo ente material es divisible indefinidamente,* independientemente de que el hombre llegue o no a superar ciertos límites físicos. De hecho, el continuo puede definirse como «lo divisible en partes siempre divisibles»[10].

En efecto, al dividir un cuerpo, los cuerpos resultantes serán siempre extensos, sea cual sea su tamaño, y nunca se llegará a una porción inextensa que carezca de dimensiones: sus partes siempre seguirán siendo divisibles. Sin embargo, *esto no significa que los cuerpos consten de infinitas partes:* aunque las partes que se obtengan sean siempre divisibles, el proceso de la división siempre alcanzará a un número finito de partes. Una cosa es la *divisibilidad indefinida,* que expresa que todo ente extenso es divisible (o sea, expresa una potencialidad real), y otra es la *división actual en infinitas partes,* que es algo imposible: todo ente limitado tendría en ese caso un tamaño infinito, pues constaría de infinitas partes extensas[11].

Tampoco puede afirmarse que los cuerpos extensos consten de partes puntuales indivisibles, del tipo de la «mónadas» leibnizianas: por una parte, porque –como acabamos de ver– esas

10. Tomás DE AQUINO, *In De Coelo,* I, 2 (9).
11. Cfr. J.J. RODRÍGUEZ ROSADO, *El problema del continuo y la Gnoseología,* El Escorial (imprenta Monasterio) 1965.

partes, si son materiales, serán divisibles; y, además, porque la extensión real no puede resultar de la suma de entes inextensos[12]. Si la extensión fuera resultado de la suma de infinitos seres puntuales, sería irreal.

El hecho de que algunos sectores de la matemática moderna (por ejemplo, mediante los procedimientos de la aritmetización del continuo) considere el continuo geométrico como compuesto por puntos indivisibles, y de que se admita incluso la presencia de infinitos elementos en un conjunto (teoría de conjuntos de Cantor) no se opone a cuanto aquí decimos. Esas teorías se mueven en un plano de abstracción matemática, mientras que aquí nosotros estamos hablando de la cantidad dimensiva real[13].

En los cuerpos se dan, ciertamente, realidades indivisibles, como la forma substancial y las cualidades. Pero, en esos casos, no se trata de «partes» de la substancia, sino de principios o aspectos reales del ente. La forma substancial, como la materia prima, afecta a toda la substancia material; las cualidades, como inhieren en la substancia a través de la cantidad, pueden estar sujetas a la división, no por su modo de ser propio, sino en razón de las partes cuantitativas a las que afectan.

La mensurabilidad[14]

Medir es conocer la cantidaad de algo por comparación con otras cantidades. Cabe la medida porque la cantidad admite un *más* y un menos, de donde surgen las relaciones de *mayor, menor* e *igual.* Más concretamente, medir implica comparar lo medido con una parte tomada como unidad: por ejemplo, algo mide 30 m. si contiene 30 veces la unidad de longitud, que se supone aquí ser un metro. Las unidades de medida son convencionales, pero se basan en un fundamento real: la unidad indivisa del ente cuantitativo.

12. *Ibid.*, p. 22: «Las meditaciones de Leibniz en torno a este problema surgen de la afirmación de que las partes son anteriores al todo. Esto supuesto, Leibniz concluirá lógicamente que el continuo se compone de elementos simples e indivisibles, es decir, inextensos».

13. Cfr. R. MASI, *Cosmologia,* cit., pp. 315-317 y 326-331.

14. Cfr. J.J. SANGUINETI, *La filosofía de la ciencia según Santo Tomás,* cit., pp. 166-170.

La mensurabilidad implica que lo que se mide puede dividirse en partes y, por tanto, que está afectado de algún modo por la cantidad. Lo que no es cuantitativo o no se considera bajo algún aspecto cuantitativo, no puede medirse: por ejemplo la belleza de una obra de arte puede describirse o compararse con la de otra, pero no puede medirse; la inteligencia humana no se puede medir directamente, aunque pueden idearse métodos para asignar «coeficientes» numéricos a determinadas capacidades intelectuales, con base en la resolución de ciertos problemas específicos.

La medición da como resultado un número, que sirve para conocer la cantidad de algo por comparación: el número es como una «parte» de la cantidad que la mente considera en abstracto, y que por eso, se puede llamar «número abstracto o numerante» (1, 2, 3, etc.), cuya predicación de los entes reales origina el «número concreto» (34 metros *de* tela). Estudiaremos este tema más adelante.

La individualidad[15]

Individuo es lo que se distingue de otros y es en sí mismo indiviso. El individuo no puede ser en muchos. *Universal,* en cambio, es lo que puede ser poseído por muchos.

Las perfecciones de los entes materiales, tanto en el nivel substancial (formas substanciales), como en el accidental (formas accidentales), pueden realizarse en muchos individuos diferentes: ser hombre, árbol, mineral, tener densidad o temperatura, etc., son modos de ser que no se pueden agotar en un solo ente, ya que ningún ente concreto puede tener todas las determinaciones posibles de la naturaleza física.

En la realidad, esas perfecciones se dan *individualizadas:* las substancias son *un* hombre, *un* árbol, *un* mineral, etc., concretos e individuales; los accidentes son *una* densidad, *una* temperatura, etc., concretas e individuales también. Sólo en la mente existen como conceptos universales que se predican de muchos individuos.

15. Ya se ha tratado esta cuestión anteriormente: cfr. primera parte, capítulo III. Ahora se exponen algunas ideas importantes para comprender mejor la naturaleza de la cantidad.

Los accidentes se individúan al afectar a una substancia individual: por ejemplo, la temperatura o la densidad son determinaciones de cuerpos muy diversos, pero es evidente que cada cuerpo concreto tiene *una* determinada densidad y temperatura. Por otra parte, la forma substancial está individualizada porque se actúa en una materia determinada con dimensiones concretas, como hemos concluido en la primera parte de este libro.

Se ve, entonces, que la raíz última de la individualidad de los entes materiales es la cantidad dimensiva. Aunque la cantidad no subsiste ni tiene una actividad propia, su modo de ser da razón de la individualidad material: la cantidad implica, en efecto, la existencia de partes diversas, las cuales a su vez, si están divididas en acto, se individúan por sí mismas, en cuanto una no es la otra[16]. Hemos estudiado, por otra parte, en qué sentido la materia *signata quantitate* es el principio de individuación de las formas substanciales corpóreas[17].

Los seres puramente espirituales son formas subsistentes que se individúan por sí mismas, y esto vale sobre todo con relación a Dios, el Ser Subsistente. El hecho de que todo lo que son los individuos materiales está individualizado mediante la cantidad de materia implica una limitación inherente al ser corpóreo (la forma se limita a unas condiciones concretas, a un sitio determinado y no actúa en otros, etc.). La individualidad corpórea es una forma de finitud. Dios, en cambio, es individual no encontrando en ello una limitación, sino por su misma plenitud de acto de Ser, no limitado por principio potencial alguno.

Otras propiedades

Como luego veremos, la geometría estudia la extensión en cuanto separada de los cuerpos concretos (el «espacio»), en un orden abstracto e idealizado. Aquí, en cambio, estamos considerando la extensión real del ente material. Veremos

16. Cfr. Tomás DE AQUINO, *C.G.*, IV, 65.
17. No se ha de confundir el principio de individuación con el de *subsistencia,* que es el acto de ser de la substancia individual. El ente material se individúa en virtud de la materia, pero es ente substancial por su ser (este tema, como es obvio, pertenece a la metafísica).

ahora otras propiedades del ser extenso, algunas de las cuales incluyen una conexión con las cualidades, el movimiento o la actividad (recordemos, por otra parte, que nunca las dimensiones existen en estado «puro» en el ente concreto, pues siempre están afectadas por cualidades). Las nociones que ahora indicamos aparecen a veces en las definiciones o axionas de las geometrías, pero aquí las vemos sin relación a ningún tipo de geometría en particular sino, repetimos, en cuanto se nos manifiestan como propiedades reales de los entes corpóreos que caen bajo nuestra experiencia.

a) *Terminación* o *finitud:* los entes extensos son finitos en extensión; sus dimensiones acaban y así entran en contacto con otros cuerpos. Este acabamiento o «interrupción» del cuerpo se denomina *límite.* Más adelante consideraremos la posibilidad de un ser extenso infinito, o de la infinitud del universo.

La experiencia científica sugiere, sin embargo, que *la terminación de los cuerpos no es rígida ni exacta,* en la medida en que descendemos a un análisis microfísico de los cuerpos. Sólo la experiencia macroscópica poco precisa, junto con la imaginación del volumen abstracto, nos llevan a pensar que un cuerpo acaba en superficies externas perfectas, sin espesor alguno. No hay pruebas experimentales de la existencia de tales superficies perfectas. Mas no por esto el cuerpo queda como «diluido» en el universo, pues cuanto se ha dicho en nada afecta a su propia consistencia, sino que tan sólo elimina la exactitud de su terminación como ser extenso.

b) *Figurabilidad:* las diversas formas que pueden adoptar las terminaciones de un cuerpo dan lugar, especialmente en los sólidos, a sus *figuras.* Un cuerpo puede ser redondo, cúbico, etc.; hay una figura propia del caballo, del roble, etc. La geometría estudia figuras abstractas, precisas en grado absoluto, que como tales no se dan en la realidad. Como la terminación corpórea no es geométricamente exacta, lógicamente tampoco lo serán sus figuras. En ciertos estados los cuerpos pueden carecer de una figura definida, y en este sentido escapan a nuestra posibilidad de imaginarlos. Además, la figura corpórea no es rígida, debido a que las dimensiones del cuerpo están mutando continuamente. Por este motivo ninguna medición real puede ser perfectamente exacta.

c) *Carácter aditivo:* las dimensiones admiten esencialmente un *más* y un *menos,* siempre en el orden de la continuidad. El *más* y el *menos,* como es obvio, son siempre relativos (algo se dice *mayor* o *menor* respecto de otra cantidad dada). Los cambios por los que la dimensión se hace mayor o menor son, respectivamente, el *aumento* y la *disminución.* El carácter aditivo de la cantidad dimensiva, en combinación con su divisibilidad y mensurabilidad, fundamentan las operaciones aritméticas básicas de la adición y substracción.

d) *Todo-parte:* la *parte* es aquello en que el extenso se divide, perdiendo su unidad. *Todo* es la reunión de las partes.

e) *Orden espacial:* la distensión de *partes extra partes* del ente cuantitativo produce nuevas relaciones mutuas entre sus partes (esas relaciones serán potenciales, si las partes son también potenciales). El orden espacial se establece exclusivamente entre las partes del ente extenso (es esencialmente «relativo»), no con relación a un espacio absoluto inexistente. Ejemplos de esas relaciones son:

- *Estar dentro, en, aquí* o *allá, fuera, junto, entre, alrededor,* etc. El estar «en», o «en un sitio», produce la localización que estudiaremos más adelante. El estar *junto* a otro cuerpo implica la aplicación de los extremos de un cuerpo a los de otro *(tangencialidad).*
- *Distancia,* o cantidad de extensión «entre» dos partes del ser extenso. Al ser mayor o menor, surgen las relaciones *cerca* y *lejos.*

f) *Dimensiones,* o direcciones en las cuales el ser extenso se expande. El concepto de *dirección* se toma del movimiento local: la dirección es la propiedad del movimiento de tender hacia una sitio; no es una noción absoluta, pues se determina por el sitio concreto hacia donde el móvil se dirige. El conjunto de las direcciones recorribles del extenso es el «volumen» del cuerpo.

Se discute si el carácter *tridimensional* es una propiedad del extenso real, o de un cierto tipo de espacio geométrico abstracto. Desde un punto de vista geométrico, las dimensiones surgen del siguiente modo: al «cortar» o poner un límite al *volumen,* resulta la *superficie,* carente de volumen o sin profundidad; al cortar la superficie, surge la *línea,* indivisible en cuanto a la anchura o sin espesor; al cortar la línea, surge el *punto,* indivisible en todos los sentidos o carente por com-

pleto de extensión (sin embargo, pertenece al orden de la extensión en cuanto límite, y como tal tiene «situación»). Estas divisiones se refieren a un orden abstracto, pues en la realidad física no se producen esos cortes, y por eso no hay puntos, ni rectas, ni superficies, o al menos las indicaciones de la experiencia no lo demuestran. No obstante, las tres dimensiones tienen un fundamento real en las direcciones mismas del ser extenso, en virtud de las cuales hablamos de longitud, anchura y profundidad. En la realidad actual del volumen, la experiencia indica precisamente tres dimensiones, ni más ni menos.

De las direcciones dimensivas surgen relaciones posicionales: *arriba-abajo; delante-detrás; derecha-izquierda.* Estas relaciones se determinan originariamente no a partir del ser extenso como tal, sino con respecto a la estructura corpórea de un ser viviente organizado, con especial referencia al organismo humano y a formas a él semejantes, naturales o artificiales: *arriba* es la dirección contraria a la atracción gravitatoria terrestre u otra semejante, para el cuerpo humano o de otros vivientes (pero también cabe decir que *arriba* corresponde a la dirección de la cabeza, y *abajo* a la de los pies); *delante* es lo que se sitúa en la dirección del rostro: la distinción de la *derecha* y la *izquierda* nace de la estructura simétrica bilateral del cuerpo humano. Por extensión, estas relaciones pueden también atribuirse a otros objetos, pero en este caso son sólo relaciones de razón cuyo fundamento último está en el cuerpo viviente (así, hablamos de la derecha de un edificio, respecto a la posición de un observador)[18].

Las direcciones dimensivas pueden ser *rectas* o *curvas*. Intuitivamente, la curvatura es una desviación continua respecto de la recta. La geometría moderna llega a ver, en cambio, a la recta como un caso particular de curva (Gauss). Nuevamente hay que decir que estas consideraciones son ideales, pues en la realidad no existen rectas ni curvas matemáticamente precisas. El fundamento real de estas nociones lo encontramos en los cambios direccionales del movimiento local. Siendo continuo el movimiento local, también lo serán sus

18. Cfr. Tomás De Aquino, *In Phys.*, V, 8 (723). Aristóteles pensaba, además, que el *arriba-abajo* se determinaban con base en la estructura geocéntrica del universo, lo cual obviamente hoy es insostenible.

cambios direccionales. Hay modificación direccional cuando se deja de apuntar hacia un sitio y se va hacia otro[19].

g) En conexión con algunas propiedades cualitativas y activas, resultan determinadas *propiedades físicas* del ente cuantificado. Mencionamos algunas:

- *Masa:* todo cuerpo ofrece cierta resistencia a ser movido, por lo que hay que ejercer una fuerza para moverlo o para imprimir aceleración a su movimiento. La física mide por sus efectos esta propiedad intuitiva y obtiene así la noción físico-matemática de *masa inercial,* expresión de la «inercia» de un cuerpo. Semejante a ésta es la llamada *masa gravitacional* (corresponde a la propiedad fenoménica del «peso» de un cuerpo), relacionada con la fuerza de atracción entre los cuerpos. Con la teoría general de la relatividad, estos dos conceptos quedan reducidos a unidad.

- *Impenetrabilidad:* un cuerpo puede penetrar en el interior de otro, en el sentido de introducirse entre sus partes, aberturas, «huecos», etc. Es impenetrable en este sentido estricto si su misma extensión no puede ser «ocupada» por otra cuerpo. La impenetrabilidad estricta parece depender de factores dinámicos y no de la sola extensión. La experiencia microfísica sugiere ciertos márgenes de penetrabilidad corpórea estricta, aunque limitada (por ej., circunscrita a las zonas periféricas del átomo).

- *Tangibilidad:* es la propiedad por la cual un cuerpo cuyas dimensiones se aplican a otro *(contacto)* ejerce sobre éste ciertas acciones físicas, y viceversa. La tangibilidad puede ser inmediata o mediata (a través de cuerpos interpuestos). Es una propiedad importante para la actividad de los cuerpos: los entes corpóreos pueden actuar entre sí sólo si están en relación física de contacto. No hay acciones «a distancia», en el sentido de que se transmitan a través de un medio «vacío». La física moderna parece confirmar que no existe un vacío físico absoluto; cuando en física se habla de *vacío,* en realidad se trata de sectores extensos con densidad de materia y energía muy pequeñas.

19. Cfr. para este tema, P. HOENEN, *De Noetica Geometriae,* Pug, Roma 1954.

• *Densidad:* proporción entre la masa y el volumen de un cuerpo. La densidad no exige, como pensaban los antiguos mecanicistas, la existencia de un vacío absoluto intracorpóreo.

• *Dureza:* resistencia que opone un cuerpo a ser modificado en su estructura cuantitativa o a ser dividido.

CAPÍTULO II

LUGAR, ESPACIO, GEOMETRIA

En el capítulo anterior hemos visto que la cantidad dimensiva produce una serie de relaciones espaciales entre los cuerpos y sus partes extensas. Una de ellas es el *estar en*, en virtud de la cual un cuerpo ocupa un *sitio* o lugar en el universo. El hecho de *estar en un sitio*, o *estar ahí*, llamado también «localización» o «presencia local», supone también un cierto modo de ser, y por eso la filosofía aristotélica lo considera como una categoría accidental (el ser *ubi*, el acto de presencia en un sitio). Al tratar ahora esta cuestión, consideraremos igualmente otras tres relacionadas con ella: el movimiento local, los modos de presencia no localizada, y la noción de espacio. Acabaremos con algunas consideraciones sobre la geometría, la ciencia del espacio.

1. LA PRESENCIA LOCAL[1]

¿Qué significa *estar allí*, en un parque, en un tranvía, en una habitación? Parece claro que tal situación surge del hecho de que un cuerpo, en cuanto ser extenso, se relaciona con otros cuerpos adyacentes (por eso el universo no se localiza, pues carece de relación con otra entidad material). Esta relación, sin embargo, no es la de cercanía, o distancia, sino que se caracteriza por las siguientes notas: *inmediatez*, pues un cuerpo está *junto* al sitio donde se dice que está, y no ale-

1. Sobre este tema, cfr. ARISTÓTELES, *Física*, IV, 1-5; Tomás DE AQUINO, *In Phys.*, IV, 1-8; P. HOENEN, *Cosmologia*, cit., pp. 64-89; R. MASI, *Cosmologia*, cit., pp. 396-429; F. SELVAGGI, *Cosmologia*, cit. pp. 91-98.

jado del mismo (la relación de distancia o lejanía es una consecuencia del estar en un sitio concreto); *contacto dimensivo,* pues esa inmediatez no es puramente geométrica o ideal, sino el hecho físico de que las dimensiones de un cuerpo entran en contacto con las del sitio localizante; *carácter continente* o *circunscriptivo,* ya que el cuerpo situado se encuentra «rodeado» por el cuerpo situante (como un individuo está *en* un coche, porque se ha introducido «dentro» de él).

La presencia localizada o circunscriptiva

Aunque también hay otros modos de *estar en,* no vinculados a la extensión y que por tanto no resultan de la aplicación de las dimensiones a un lugar, aquí consideramos la presencia «local» o «circunscriptiva» que sólo es posible cuando un ser extenso entra en relaciones de contacto con otros seres extensos.

Por ahora hemos dado una primera aproximación descriptiva del hecho de la localización. Notemos a continuación los siguientes puntos:

a) *Distinción entre lugar «común» y «lugar propio»:* lugar *común* es el ocupado por varios cuerpos; lugar *propio,* el que ocupa exclusivamente un cuerpo. Normalmente localizamos basándose en el lugar común, en la medida en que un determinado cuerpo está dentro de un recinto, que a su vez está circunscrito por ámbitos cada vez más amplios (un individuo está en una habitación, en una casa, en una ciudad, etc.). Pero es evidente que los lugares comunes dependen del propio, y que por tanto éste es más fundamental que aquéllos.

b) *Localización por sistemas de referencia:* la experiencia ordinaria y científica nos muestran que el hombre puede localizar escogiendo referencias cómodas o adecuadas al objetivo que se persigue, aunque no tengan relación con el entorno que circunda inmediatamente a un cuerpo; por ejemplo, decimos que una casa se encuentra cerca de la estación de ferrocarril, o localizamos un sector geográfico por medio de su situación respecto a los meridianos y paralelos terrestres. Pero es obvio que estas referencias múltiples proceden de la relación de contacto inmediato con los cuerpos que constituyen el entorno de un ente extenso, pues de tal contacto nace originariamente el *ahí* de cada cuerpo concreto.

c) *El espacio vacío no localiza:* la hipótesis del «espacio vacío» ha surgido muchas veces para explicar la posibilidad de los cuerpos de moverse localmente y de estar en un lugar. El lugar sería una especie de «hueco» disponible para ser ocupado por los cuerpos. Veremos luego las dificultades ontológicas del espacio vacío, ligado por otra parte a concepciones hoy superadas de la física newtoniana. El ámbito que circunscribe un cuerpo existe como algo físico, y es este ámbito el que localiza.

El ser-ahí como modo de ser accidental

Cuando decimos que los cuerpos se encuentran «aquí» o «allí», les atribuimos o predicamos de ellos *un modo de ser real, accidental y extrínseco,* que consiste en *una determinación real en relación con las dimensiones de los otros cuerpos*[2].

Se trata, en efecto, de un modo de ser *real,* puesto que la localización concreta lo es: ella supone que un cuerpo se encuentra en contacto con unas dimensiones determinadas de otros cuerpos. Para advertirlo, basta considerar que todo nuestro conocimiento se basa, en buena parte, en la experiencia del movimiento local, que es un cambio real de lugar; si se negase la realidad del movimiento local, habría que negar el valor de las experiencias más evidentes e inmediatas.

Es, además, un modo de ser *accidental,* ya que no afecta esencialmente a la substancia corpórea, que tiene la misma naturaleza específica estando en uno u otro lugar: si la localización llega, en ocasiones, a provocar un cambio substancial, nunca será porque sea la causa real de ese cambio, sino por las acciones que otros cuerpos pueden efectuar con ocasión de una determinada presencia en un lugar[3].

Además de real y accidental, el «ubi» es un modo de ser *extrínseco,* porque se predica de un cuerpo en relación a otros. Lo que es intrínseco a la substancia, o sea, pertenece a su modo de ser propio, es el tener dimensiones, puesto que

2. Cfr. P. HOENEN, *Cosmologia,* cit., pp. 86-88.
3. Cfr. Tomás DE AQUINO, *In Metaphys.,* V, 9 (892).

toda substancia material está cuantificada. Pero el que esas dimensiones se encuentren en contacto con las dimensiones de otros cuerpos, evidentemente, es algo extrínseco: aun siendo real, no afecta a la constitución interna de la substancia[4].

El «ubi» es, pues, un accidente derivado de la cantidad[5], ya que resulta de la relación de las dimensiones de un cuerpo con las de otros. Por tanto, se trata de un accidente que sólo se da en las substancias materiales; los seres espirituales, como veremos, pueden relacionarse de modos diversos con los lugares físicos, pero por su modo propio de ser no pueden poseer una localización circunscriptiva, pues no tienen cantidad ni dimensiones.

La localización de los cuerpos origina relaciones entre ellos, idénticas a las que vimos con relación al ser extenso: estar cerca, lejos, fuera, dentro, encima, debajo, etc.

En este contexto, mencionemos también otra determinación accidental: el *situs* o «posición» adoptada por un cuerpo con la articulación o el movimiento local de sus partes[6]: estar de pie, doblado, enrollado, arrodillado, etc. Las posiciones del cuerpo, entendidas en este sentido, son más ricas en los vivientes organizados, y permiten una mayor variedad y finura en los movimientos.

La localización como modo de ser podría conectar, en parte, con la teoría aristotélica de los *lugares naturales*. Como es evidente, esta teoría es errónea, en cuanto vinculada a una mecánica inconsistente. Pero fuera de ese contexto (reemplazado hoy por la teoría gravitatoria), se encuentra algo de verdad en ella. Un cuerpo tiene una determinada constitución física, en virtud de la cual puede mantenerse en el ser, evitando la destrucción, sólo en determinados ambientes físicos favorables. Esto es verdad especialmente para los seres vivientes, que no sólo *están* en un sitio, sino que *viven* en una relación física más profunda con el mismo, y por eso deben adaptarse a él (en este sentido, puede decirse que el «lugar natural» del hombre es, en nuestro estado de existencia, el

4. Cfr. *ibid.*
5. Cfr. Tomás De Aquino, *S. Th.*, I, q. 8, a. 2, ad 1; I, q. 52, a. 1, c; III, q. 76, a. 5, c.
6. Cfr. Tomás De Aquino, *In Metaphys*, V, 9 (892); V, 17 (1005); XI, 12 (2377).

planeta tierra). El entorno físico posee un complejo de condiciones que hacen posible la buena disposición de la materia, indispensable para que cada substancia se mantenga en el ser. Esta armonía entre *locus* y *corpus,* olvidada por el mecanicismo, ha sido puesta de relieve por las actuales teorías ecologistas.

Noción de lugar

Veamos ahora de modo más preciso la noción de lugar. Si la presencia localizada de los cuerpos es real, parece que se ha de atribuir un carácter real al «lugar» mismo; de lo contrario, no serían reales ni el «ubi» ni la presencia local.

Sin embargo, al intentar determinar en qué consiste el lugar y qué tipo de realidad se le debe atribuir, encontramos algunas dificultades. En efecto, el lugar ocupado por un cuerpo se ha de definir con relación a los cuerpos circundantes, pero, al mismo tiempo, es evidente que éstos pueden cambiar sin que cambie el lugar. Por ejemplo, los cuerpos en contacto inmediato con el suelo de una habitación pueden cambiar sin que cambie el lugar ocupado por el suelo; hay continuos desplazamientos del aire o de otros gases, pueden cambiar los objetos colocados sobre ese suelo, etc., sin que cambie el lugar del suelo.

> Intentando solucionar físicamente estas cuestiones, Newton admitió la existencia de un «espacio absoluto» –o sea, independiente de los cuerpos que lo ocupan–, que llegó a identificar de algún modo con la inmensidad de Dios y que localizaría absolutamente a los cuerpos. Pero un espacio con realidad propia no puede darse, como veremos luego con más detalle, y, desde luego, el espacio no puede estar vinculado al Ser divino, que es totalmente espiritual: Dios es Causa Primera de los entes materiales, pero el ser de éstos es totalmente diverso del Ser divino.

Hemos dicho que el lugar es algo real. Por otra parte, vemos que no se identifica con los cuerpos concretos que están en contacto con el cuerpo localizado, y que tampoco es el espacio «abstracto» en el que imaginamos a los cuerpos. Hay que añadir que el lugar tampoco se identifica con las dimen-

siones del cuerpo localizado, ya que ese cuerpo puede seguir teniendo las mismas dimensiones, aunque cambie de lugar.

La solución aristotélica a este problema consiste en determinar el lugar como la *superficie* de los cuerpos que «envuelven» inmediatamente al cuerpo localizado prescindiendo de que, en cada caso concreto, esa superficie esté determinada por unos cuerpos de ciertas características: el lugar es esa superficie, pero considerada de un modo puramente «posicional», independientemente de la materia concreta que rodea al cuerpo en un determinado momento.

En este sentido, Aristóteles define el lugar como *la superficie inmóvil del cuerpo continente, inmediatamente contigua al cuerpo localizado*[7]. Dos observaciones podemos hacer respecto a esta definición:

a) La *superficie* se ha de entender en un sentido físico aproximado y no con la exactitud geométrica que, como vimos anteriormente, en principio parece ideal o abstracta.

b) La *inmovilidad* de esa superficie envolvente es formal o «posicional», aunque de hecho la materia del cuerpo cincundante esté en continuo flujo. Por ejemplo, un pez sumergido en el océano ocupa, si está quieto, un lugar determinado, aunque el agua a su alrededor se desplace continuamente[8].

¿Qué significa que la inmovilidad del entorno físico es sólo «posicional»? Dos aspectos se pueden tener en cuenta aquí:

a) Esa inmovilidad es tal con relación al contexto de todos los demás cuerpos tomados en su conjunto, y no tiene importancia que el hombre no pueda conocer esa totalidad, o que el cosmos modifique continuamente sus dimensiones. Por otra parte, el cosmos en su totalidad no puede moverse localmente porque no ocupa ningún lugar, y en este sentido es «inmóvil», o es móvil sólo en su interior (no sería exacto decir que está en reposo, porque el reposo implica poder moverse).

7. Cfr. ARISTÓTELES, *Física,* IV, 4 (212 a 20).
8. Cfr. Tomás DE AQUINO, *In Phys.*, IV, 6 (468).

b) La inmovilidad se determina también respecto a puntos de referencia relativamente fijos (por ej., el pez en el agua en flujo está realmente quieto con relación a sitios estables: el fondo del océano, las costas, un puerto, etc.). No importa que en esos puntos de referencia se muevan, en otro sentido, y que a su vez ocupen un lugar determinado respecto a otras referencias, y así sucesivamente.

Estas observaciones parecen complicar el problema, pero en realidad éste es más sencillo de lo que parece, siempre que admitamos que tanto la localización, como el reposo y el movimiento local, son realidades intrínsecamente *relativas* y no absolutas, porque se dicen, y *son* realmente, respectivas a otros cuerpos. Por ejemplo, una persona sentada en el asiento de un coche en marcha está *quieta* respecto al coche, aunque a la vez *se mueva* con él; cuando un hombre camina por la calle, se mueve respecto de la tierra, pues cambia su posición con relación a ella, y al mismo tiempo se mueve con el movimiento terrestre, en orden a puntos de referencia extraterrestres.

La noción de «lugar» expresa una realidad, pero siempre relativa a otros cuerpos. Los puntos indicados arriba no se oponen a la realidad del lugar y de los desplazamientos locales consiguientes. Las dificultades surgen cuando se intenta transformar en algo «absoluto» la noción del lugar, que tiene siempre y necesariamente un cierto carácter «relativo».

Como antes dijimos, Newton abordó el problema aquí examinado, si bien desde un punto de vista científico, apelando al «espacio absoluto» *–receptáculo o lugar infinito*, independiente de las dimensiones de los cuerpos–, e intentó también determinar un «movimiento absoluto», que existiría al margen de las relaciones del móvil con otros cuerpos. Conocida es la polémica que con él sostuvo Leibniz, a través de Clarke, discípulo y amigo de Newton[9]. La teoría de la relatividad ha puesto de relieve en nuestros días el carácter relativo de toda localización.

9. Las 5 cartas de Leibniz y las correspondientes 5 respuestas de Clarke están recogidas en: *La polémica Leibniz-Clarke*, edición de E. RADA, Taurus, Madrid 1980.

2. El movimiento local[10]

Aspectos fundamentales

Si bien ya hemos tratado del movimiento en general, consideraremos ahora específicamente el tema del movimiento local, que lógicamente debe tratarse una vez resuelto el problema del lugar. Los cuerpos están en reposo si permanecen en su lugar, y se trasladan cuando lo abandonan dirigiéndose a otro sitio. Un cuerpo puede estar en reposo respecto a ciertos cuerpos, y en movimiento respecto a otros. Si se mueve porque está contenido en otro móvil, su movimiento se dice *per accidens* (el pasajero de un barco).

El movimiento local es un tránsito continuo de la potencia al actro en el orden de la extensión dimensiva. Al ser *continuo,* participa de las propiedades de la continuidad dimensiva que ya vimos al estudiar el ser extenso, acomodadas a su naturaleza: divisibilidad al infinito, mensurabilidad, etc. El movimiento local es un «acto en flujo», y su unidad le viene de su continuidad no interrumpida. No es una suma de movimientos discontinuos a través de puntos (si fuera así, recaeríamos en las paradojas de Zenón de Elea: un móvil nunca llegaría a su término, porque tendría que atravesar una infinidad de puntos). La discontinuidad distingue unos movimientos locales de otros, ya que un móvil puede empezar a moverse y detenerse, es decir, salir del reposo y volver a él.

La trayectoria del móvil tiene una longitud determinada y avanza en una dirección dentro del conjunto de los demás cuerpos. Pero en el análisis del movimiento no basta indicar el desplazamiento de un sitio a otro. Un cuerpo puede moverse *más velozmente* que otro, o *más lentamente.* La *velocidad,* característica esencial del movimiento local, hace aparecer una nueva dimensión continua en el ser físico: el *tiempo* (pues algo es más veloz cuando llega *antes* que otro a un sitio). La variación de velocidad es la *aceleración* o *retardamiento.* El problema de las causas del movimiento local será considerado al tratar de la causalidad física en general.

10. Cfr. Aristóteles, *Física,* III, V, VI.

La relatividad del movimiento local

El movimiento local es siempre relativo, porque el lugar, como vimos, es relativo. Un móvil se mueve en la medida en que su posición cambia respecto del contexto de todos los demás cuerpos, o de otros sistemas de referencia físicos relativamente fijos. Pese a las dificultades experimentales para considerar todo el cosmos como sistema de referencia último, téngase en cuenta que hoy la física habla del cosmos como un todo y de las modificaciones de unas partes respecto de otras en un contexto cósmico, (por ejemplo, en la hipótesis de la expansión del universo).

La relatividad del movimiento local incluye, desde un punto de vista estrictamente matemático o de la descripción cinemática de la trayectoria, la *reciprocidad* de los desplazamientos considerados: es lo mismo decir que A se mueve respecto de B, o viceversa[11], y una prueba de ello es que, faltando un sistema de referencia fijo, no sabemos, por ejemplo, si se mueve el tren en que estamos o el vecino. Si se consideran, en cambio, las causas del movimiento, no existe tal reciprocidad[12]. Así si un hombre se dirige hacia una ciudad, como él conoce con certeza que es la causa de sus propios movimientos, no se puede decir sensatamente que da lo mismo pensar que él va hacia la ciudad o que la ciudad viene hacia él. El problema de conocer los movimientos reales de los cuerpos inanimados –más complejo que el de los movimientos de los seres vivientes– se desplaza pues al problema del conocimiento de sus causas: por ej., si sabemos que una explosión produce ciertos movimientos, estamos en condiciones de hablar de movimientos reales.

11. La teoría de la relatividad demuestra que no existen medios físicos –ni ópticos ni mecánicos– para detectar movimientos absolutos, y que en el universo tampoco existen sitios (por ej., un centro, o una periferia) o substancias (por ej., un éter inmóvil) que pudieran tomarse como puntos de referencia privilegiados para determinar los movimientos del resto de los cuerpos. En la vida práctica, el sistema de referencia habitual es la tierra, o las estrellas fijas. Los estudios científicos del cosmos toman el sistema de referencia postulado por la misma teoría científica.

12. Cfr. R. MASI, *Cosmologia*, cit., pp. 448-449.

El movimiento local en las ciencias experimentales

La física modera estudia el movimiento local en sus aspectos físico-matemáticos. La mecánica, en concreto, considera el movimiento en sus dimensiones no sólo espacio-temporales, sino también teniendo en cuenta las fuerzas que lo producen. Su enfoque abstracto le lleva a tomar el movimiento local desde un punto de vista restringido, dejando de lado su relación con la naturaleza y los fines de los seres corpóreos.

La *mecánica clásica* unificó la mecánica terrestre y celeste y consiguió un tratamiento matemático que permitió formular leyes y teorías aplicables experimentalmente. Se desarrolló gracias a los trabajos de Copérnico, Tycho Brahe, Kepler y Galileo. Su primera formulación sistemática, que no cambió en lo fundamental hasta el siglo XX, se debió a Newton. Experimentó importantes desarrollos teóricos con D'Alembert, Lagrange y Hamilton. Las teorías mecánicas se aplicaron con éxito a numerosos sectores de la física, como la óptica, la acústica, la termodinámica, el electromagnetismo. La tendencia a explicar todos los fenómenos físicos en base a la mecánica, es decir, apelando fundamentalmente a movimientos locales de corpúsculos y a juegos de fuerzas, llevada al extremo de dar una visión filosófica de la naturaleza, es el *mecanicismo* (que estudiaremos con más detalle al final de este libro).

La mecánica *relativista* (Einstein) y sobre todo la *mecánica cuántica* (Planck, Bohr, Born, Heisenberg, Schrödinger, etc.) han superado algunos supuestos de la mecánica clásica, como la tesis del espacio y del tiempo absolutos, la utilización exhaustiva de modelos mecánicos visualizables para describir los fenómenos, y por ende han vuelto imposibles las pretensiones del mecanicismo. La nueva mecánica, además de dar cuenta de los fenómenos de la microfísica, lo cual posteriormente revolucionará la concepción general del cosmos físico, permitió obtener los resultados válidos de la mecánica clásica como un caso particular de la teoría. Su exageración filosófica, olvidando su carácter restringido y sus propios límites conceptuales, a veces han llevado a algunos a una concepción de la naturaleza en la que habría que abandonar la idea misma de *su-*

jetos del movimiento, de extensión continua, o de movimiento local continuo[13].

Ya hemos señalado anteriormente que la teoría cuántica, en particular, no implica un abandono de la continuidad. Aunque el tiempo y el espacio, y por consiguiente el movimiento local, sean considerados como constituidos por *cuantos discretos* entre los que se procede «a saltos» o discontinuamente, conviene recordar que esos «cuantos» mínimos no son indivisibles matemáticos (a la manera de puntos, instantes, etc.) sino físicos, y por tanto dotados de propiedades continuas (la hipótesis del *cronón* o unidad mínima de tiempo, por ejemplo, comporta un lapso de tiempo). Recuérdese, por otra parte, que el modelo corpuscularista, al que se asocia la «cuantificación» de las magnitudes físicas, es complementario con el modelo ondulatorio, que es por el contrario continuista.

A nivel microfísico no podemos imaginarnos los fenómenos tal como se producen en el mundo macrofísico de los cuerpos sólidos. Pero este hecho no invalida los análisis de la filosofía natural que, más allá de los esquemas físico-matemáticos, intenta adecuarse a la realidad ontológica de la naturaleza.

3. MODOS DE PRESENCIA NO LOCALIZADA[14]

Además de la localización circunscriptiva, o sea, mediante la ocupación de un lugar en relación con las dimensiones externas de otros cuerpos, existen otros modos de presencia. Algunos se refieren a las substancias materiales y se encuentran relacionados con la presencia local; otros se refieren a los seres espirituales creados y a la presencia de Dios en el mundo creado: los veremos también sucintamente porque, aun siendo tema propio de la metafísica, ayudan a obtener

13. Esto sucede, p. ej., en la obra de M. CAPEK, *El impacto filosófico de la física contemporánea,* Tecnos, Madrid 1973. Por eso, las conclusiones de Capek son confusas, si bien él caracteriza con precisión la filosofía implícita en las formulaciones clásicas de la mecánica.

14. Cfr. Tomás DE AQUINO, *In Phys.*, IV, lect. 4.

una visión más completa de las cuestiones que estamos considerando.

Se enumeran a continuación esos diversos modos de presencia, añadiendo breves explicaciones a cada uno (seguimos aquí más de cerca el texto tomista citado):

a) Algo puede estar en otra cosa *como la parte cuantitativa en el todo del que forma parte:* así, el corazón está contenido en el cuerpo de un hombre o de un animal. Evidentemente, en este caso se da una localización circunscriptiva, pero además se hace referencia a una unión superior que contiene diversas partes relacionadas entre sí. Mientras que la localización se refiere solamente al lugar como algo distinto del cuerpo localizado, aquí se alude a una continuidad entre las diversas partes de una unidad superior.

b) Algo puede estar en otra cosa *como un acto en el sujeto que lo recibe* (que se comporta como potencia respecto a ese acto). De este modo, el acto se encuentra en la potencia a la que actualiza, y la potencia se encuentra en su acto propio como actualizada por él. Por ejemplo, el accidente está en la substancia, actualizándola de un modo no esencial, y la substancia está en el accidente, como sujeto al que ese accidente determina; así, también la forma substancial se encuentra en la materia prima a la que informa.

Este tipo de presencia no es local o circunscriptiva por sí misma. Incluso puede decirse que se trata de un modo de presencia superior a la localización, y que en cierto modo es causa de ella, ya que, si existe la presencia local, es porque existe una substancia, constituida por actos o perfecciones en el plano esencial y en el accidental, que hacen posible la localización.

De este modo, la substancia está toda en todas y cada una de las partes de los cuerpos: todo lo que hay en un hombre es humano, y no puede decirse que su substancia se encuentre localizada en una parte concreta; el alma humana también en este sentido está toda en todo el cuerpo, y toda en cualquier parte del cuerpo.

Esta presencia puede llamarse circunscriptiva accidentalmente, si algo está en otra cosa sometida a dimensiones. Así, el alma humana informa a un cuerpo localizado, y en este sentido puede decirse que se encuentra en las dimensiones a

las que el cuerpo se circunscribe, y que «se mueve» cuando el cuerpo se traslada.

c) Algo puede estar presente *como un individuo que forma parte de un conjunto ordenado:* así, un río forma parte de la geografía física de un país o de un continente, o un deportista forma parte de un equipo. Este tipo de presencia está relacionada con la local cuando se refiere a substancias corpóreas, y por sí misma se refiere a una ordenación no necesariamente cuantitativa.

d) *Algo puede estar presente en todo lo que cae bajo su poder.* De este modo, por ejemplo, un gobernante se encuentra «presente» de algún modo en lo que cae bajo su jurisdicción. Como todo ser está totalmente sometido al poder del Creador, se da una tal presencia de Dios en todo lo creado, que abarca la providencia o cuidado que Dios tiene de todos los seres.

e) *Se da también una presencia basada en la causalidad,* por la cual la causa está en el efecto que produce, y el efecto está de algún modo en sus causas. Así, el artista está presente en sus obras de arte, lo conocido está en quien lo conoce, lo amado está en quien lo ama, y recíprocamente.

Dios está presente de este modo en todas las cosas, no como parte de ellas, sino como Causa Primera, dándoles el mismo ser. Se trata de la presencia más íntima que existe, ya que se extiende a todo lo que hay en cada ente, y causa su mismo ser: puede decirse que Dios es más íntimo a cada cosa de lo que ella es respecto a sí misma (teniendo en cuenta que el ser de Dios siempre es distinto del ser de los entes). Se puede decir también, por tanto, que las criaturas están *en* Dios, y muy especialmente las criaturas espirituales, por sus estrechas relaciones con Dios (siempre recordando que ninguna criatura es parte de Dios).

En el orden sobrenatural hay otros modos de la presencia divina en las criaturas, considerados por la teología. Así, Cristo está presente en la Eucaristía con su Divinidad y su Humanidad y, por tanto, con su cantidad extensa real, pero sin su presencia localizada circunscriptivamente, sino sólo *substancial.* Es posible entonces la multilocación por la que el Cuerpo de Cristo está de modo circunscriptivo sólo en el Paraíso, y de modo substancial bajo las especies sacramentales,

en las que no aplica sus dimensiones a las del lugar[15]. Igualmente por eso Cristo está presente entero en cada parte de las especies sacramentales.

f) Por último, señalaremos el sentido habitual en el que se dice que *algo está en presencia de alguien, en cuanto que está ante su vista o, en general, bajo su conocimiento*. Por ejemplo, el hombre puede tener presentes cosas o personas en un momento determinado, en cuanto caen bajo su conocimiento. En este sentido, todo ente creado se encuentra bajo el conocimiento de Dios, ya que El conoce perfectamente cuanto hay en cada ente; el hombre, por su parte, puede tener este modo de presencia referido a Dios, cuando se sabe visto y escuchado por El[16].

4. EL ESPACIO[17]

La noción de espacio siempre ocupó un lugar importante en la reflexión filosófica y en las ciencias. Ante la variedad de sentidos en que puede tomarse, consideraremos por separado su significación ontológica –muy relacionada con la noción de «lugar»–, y la que tiene en las matemáticas y en las ciencias experimentales.

La realidad del espacio

La reflexión filosófica se dirige principalmente, en este caso como en otros, a la determinación ontológica de la noción de «espacio», o sea, a señalar qué corresponde en la realidad a esa noción. Es fácil advertir que la noción de espacio se utiliza primariamente para designar relaciones de distancia entre entes extensos. En este sentido, se habla del espacio re-

15. Cfr. Tomás DE AQUINO, *S. Th.*, III, q. 76, a. 5.

16. Recogiendo los puntos aquí considerados, Tomás de Aquino afirma que la omnipresencia del Creador en el universo es *per essentiam, per potentiam* y *per praesentiam* (cfr. *S. Th.*, I, q. 8, a. 1, a. 3 y a. 4).

17. Cfr. sobre este tema: P. HOENEN, *Cosmologia*, cit., pp. 89-109; R. MASI, *Cosmologia*, cit., pp. 333-393; F. SELVAGGI, *Cosmologia*, cit., pp. 98-110, 119-152; *Scienza e Metodologia*, cit., pp. 128-143; D. NYS, *Cosmologie*, Institut de Philosophie, Lovaina 1928 (IV: «La notion d'espace»).

corrido por un móvil, del espacio que separa a dos cuerpos, etc.

Esas relaciones de distancia se dan en la realidad. Los cuerpos tienen extensión, y por tanto hay distancias reales entre sus partes, y entre unos cuerpos y otros; los diversos cuerpos y sus partes están localizados dimensionalmente, y podemos considerar las dimensiones haciendo abstracción de los cuerpos concretos. De este modo, obtenemos relaciones puramente dimensionales, como las que se refieren a las longitudes, superficies y volúmenes: la distancia en línea recta entre dos puntos, el volumen de un cuerpo, etc.

Las relaciones de distancia entre los cuerpos o entre las partes de un mismo cuerpo son, pues, reales, pero cuando se consideran de modo abstracto, prescindiendo de la materia concreta, se obtiene una noción de espacio que, aunque se apoya en la realidad, en un concepto ideal que no corresponde directamente a una realidad material.

Se puede afirmar, por tanto, que *el espacio real se identifica con la misma extensión corpórea, en cuanto a sus relaciones de distancia entre diversos lugares.* Pero, en cuanto concepto general que abstrae de la materia concreta, el espacio es un ente de razón que, como tal, existe sólo en la mente, y se refiere a relaciones sólo representables por la imaginación o bien sólo matemáticamente pensables.

a) *El espacio concebido como un vacío infinito,* que sería el lugar en el que en último término se encuentran localizados los cuerpos, es sólo una abstracción. Esta es la noción de «espacio absoluto» propuesta por Newton, y que ha sido ampliamente utilizada por la física clásica. Ese espacio vacío, homogéneo, infinito, lugar de todo el universo corpóreo y de cada una de sus partes, no existe en la realidad: es una construcción de la mente que, primero, abstrae las dimensiones considerándolas sin relación a los entes materiales concretos, y luego contruye una noción en la que esas dimensiones se consideran extendidas indefinidamente.

Por una parte, un tal espacio absoluto no es percibido por los sentidos. Por otra, tampoco responde a exigencias racionales: en la física experimental basta referir los movimientos a determinados sistemas de referencia, y la posición de un cuerpo siempre es relativa a otros cuerpos; tam-

poco cabe argumentar que todo cuerpo necesita un «receptáculo», pues ese espacio-receptáculo, al ser extenso, necesitaría a su vez otro, y así indefinidamente. Además, ese espacio absoluto no es concebible ni como una substancia material (por ser el continente de todas ellas) ni como un accidente (pues se toma como independiente de todo cuerpo); no pude tener, pues, una realidad positiva[18].

En la física clásica y en diversas interpretaciones filosóficas relacionadas con ella, se atribuyó un carácter real a ese «espacio absoluto» (independiente de los cuerpos), concediéndole unas propiedades que prácticamente lo identificaban con el espacio de la geometría euclídea[19]. Al advertir que esa realidad del espacio absoluto no era sostenible, pensando a la vez que la geometría euclídea era la «geometría natural» y única, Kant trasladó las propiedades del espacio absoluto de Newton a la estructura misma del conocimiento humano, afirmando que el conocimiento sensible aplica necesariamente esa noción de espacio para ordenar las sensaciones; así, el espacio sería una «forma *a priori*» de la sensibilidad.

b) *El espacio no es una forma a priori (independiente de la experiencia)* en el sentido kantiano. Las relaciones de distancia se dan en la realidad, y mediante la noción de espacio las consideramos en su aspecto puramente dimensional: por tanto, la noción de espacio depende de la realidad y de la experiencia y no es algo que «pone» el sujeto «a priori» (no obstante, como veremos luego, en el espacio absoluto hay elementos constructivos).

La concepción kantiana, según la cual el espacio es una forma *a priori* de la sensibilidad, que sirve para ordenar las sensaciones, proviene –en parte– del hecho de que Kant, al hablar del espacio, lo identifica con la idea de espacio propia de la geometría euclídea; además, él considera que esa geometría es «la» verdadera geometría y, al advertir que sus nociones no se derivan sin más de la experiencia, les atribuye un valor que no tienen realmente: las con-

18. Cfr. R. MASI, *Cosmologia,* cit., pp. 359-364.

19. Sería un espacio homogéneo, continuo, tridimensional e infinito, en el que pueden demostrarse los teoremas de la geometría «ordinaria» a partir de los axiomas de Euclides.

sidera como nociones que, independientemente de la experiencia, el hombre utiliza necesariamente en su conocimiento. Además de encontrar otras dificultades, la noción kantiana de espacio cae por su base si se tiene presente la posiblidad de construir geometrías no-euclídeas, que se aplican también al estudio científico de la realidad[20].

c) En definitiva, *la realidad ontológica del espacio abstracto se encuentra en su fundamento* (las relaciones de distancia que se dan en la realidad), y como tal *no tiene una realidad propia.*

Ciertamente, nos representamos todos los entes materiales con una configuración espacial; esto se debe a que todo lo material es extenso, y la representación de los entes materiales se ha de efectuar, por tanto, incluyendo unas ciertas dimensiones. Pero las maneras concretas de construir esas representaciones espaciales no exigen una determinada «geometría», y la determinación concreta de esas representaciones es un problema complejo en el que han de intervenir, entre otros datos, los provenientes de la psicología experimental. Puede advertirse fácilmente, por ejemplo, que atribuimos a los entes materiales unas dimensiones y formas geométricas que no coinciden directamente con los datos visuales, y que en estos procesos intervienen numerosas experiencias y conceptualizaciones: así, pensamos que un edificio determinado tiene sus aristas principales en forma de línea recta, aunque mediante la vista no percibimos en realidad tales líneas rectas.

d) Hay que advertir también,como hemos señalado en otras ocasiones, que no existe el *vacío ontológico* el cual, por definición, sería la «nada». Cuando en las ciencias experimentales se habla del «vacío», se expresa la ausencia de unas determinadas propiedades materiales experimentales, pero eso no excluye la existencia de toda propiedad material; realmente nunca se podrá afirmar la existencia del vacío ontológico, ya que las posibilidades de experimentación serán siempre re-

20. Cfr. R. VERNEAUX, *I. Kant: Crítica de la razón pura,* Emesa, Madrid 1978; J. VUILLEMIN, *Physique et métaphysique kantiennes,* P.U.F., París 1955; R. MASI, *Cosmologia,* cit., pp. 364-375.

lativas a los conocimientos y técnicas –siempre superables– d
un determinado momento. Si se pregunta por la posible exis
tencia de un «espacio» vacío en el que no hubiera «nada»
esta posibilidad carece de sentido (la «nada» no significa nad
real, y no puede haber un espacio real donde no hay nada).

> *Las explicaciones «corpusculares» de la materia no sig nifican que entre las partículas físicas exista un vacío onto lógico.* Por una parte, esas partículas no se pueden repre sentar (moléculas, átomos, partículas elementales) com «espacio lleno» al modo mecanicista. Y por otra, el progre so científico lleva a admitir diversas propiedades físicas ex perimentables en cualquier lugar, propiedades que no s pueden representar imaginativamente: las representacione «corpusculares» no significan que haya una discontinuida real entre «partículas» y «vacío».

El espacio en las matemáticas

Para completar estas consideraciones, consideramos ahor
el significado de la noción de «espacio» en las matemáticas
en las ciencias experimentales. Las relaciones espaciales so
objeto de la rama de las matemáticas llamada «geometría»
en la época moderna, sin embargo, se utiliza el término «es
pacio» para designar entes matemáticos mucho más abstracto
que los considerados por la geometría clásica.

Las construcciones clásicas de la geometría se refieren
por lo general, a relaciones dimensionales que se pueden re
presentar imaginativamente, tales como líneas, superficies
volúmenes. Este tipo de construcciones se relaciona con e
fundamento real de la noción del «espacio», y desarrollan u
estudio abstracto de las propiedades dimensivas reales de lo
entes materiales: en este sentido, se trata de un estudio d
propiedades reales, aunque sea mediante construcciones abs
tractas en las que sólo se tienen en cuenta los aspectos pu
ramente dimensionales.

En la época moderna, la noción matemática de «espacio
se ha ampliado. Por una parte, ella incluye construccione
geométricas semejantes a las clásicas, pero que no admite
una representación imaginativa o, al menos, la admiten e
menor medida: tal es el caso de las geometrías no-euclídeas

Por otra parte, tal concepto se extiende a entidades matemáticas mucho más abstractas, que sólo guardan una cierta analogía con la noción clásica de «espacio»: por ejemplo, esto sucede cuando se estudian «espacios de 'n' dimensiones», siendo 'n' un número arbitrario. La relación de tales «espacios» con las propiedades reales de los cuerpos es muy remota.

En todo caso, *lo que hemos llamado «espacio real» no se identifica con ninguna teoría particular de las matemáticas:* la extensión más bien sirve de fundamento a las construcciones más cercanas a las representaciones imaginativas, y tampoco se identifica con la geometría euclídea sin más, y, en cuanto a las teorías más alejadas de la imaginación, guarda con ellas solamente alguna analogía. Todo esto es fácil de advertir teniendo en cuenta que *las teorías matemáticas –también la geometría euclídea– se basan en conceptos y principios particulares que no resultan directamente de la noción filosófica de espacio:* el puro análisis filosófico no conduce, por ejemplo, a los postulados básicos de la geometría euclídea, pues cualquiera de ellos incluye nociones ideales –como las de «punto», «recta», «paralelismo»– que no derivan de la reflexión filosófica, y lo mismo sucede con los postulados que las relacionan entre sí.

La representación imaginativa del espacio corresponde a un «espacio de 3 dimensiones», pero la determinación concreta de los entes matemáticos incluye definiciones y axiomas particulares, de tal manera que *el «espacio matemático» no puede tomarse como la traducción del «espacio real»* (es decir, de la extensión). Los «hiper-espacios» o «espacios de más de 3 dimensiones» pueden construirse, y tener utilidad matemática y aplicación en la física matemática, sin que por eso haya necesidad de atribuirles un carácter real. Lo mismo se puede decir de las «geometrías no-euclídeas», formuladas en el siglo XIX, principalmente por Lobatschewski y Riemann, a partir de la negación del quinto postulado de Euclides (según el cual, por un punto exterior a una recta sólo se puede trazar una paralela a esa recta). Todo esto no significa que el espacio «real» sea el de la geometría euclídea, sino solamente que esta geometría se encuentra más relacionada con algunas representaciones fácilmente imaginables.

El espacio y las ciencias físico-matemáticas

La geometría euclídea se ha aplicado a la física matemática desde hace siglos, y esta circunstancia –junto con el carácter imaginativo de sus nociones básicas– pudo conducir a la convicción de que ese tipo de geometría era «la» verdadera, y el espacio a ella asociado, «el» espacio real.

Sin embargo, las geometrías no-euclídeas se han aplicado con éxito en algunas teorías de la física moderna, y lo mismo sucede con los espacios de 'n' dimensiones.

Por tanto, si el criterio para juzgar acerca de la realidad del «espacio» fuese la aplicabilidad de una determinada geometría o noción matemática de espacio en la física experimental, cada teoría matemática vendría avalada por un cierto peso, ante las aplicaciones que encuentra.

Pero el que una noción matemática sea aplicable al estudio físico-matemático de la realidad, no demuestra que a esa noción le corresponda algún tipo de ente real: basta pensar, por ejemplo, en nociones tan conocidas como los diversos tipos de derivadas, integrales, funciones, etc. Algo semejante sucede con los «espacios» matemáticos. La única diferencia notable respecto a otras nociones matemáticas es que, mientras muchas de esas nociones tienen un carácter particular y una aplicación restringida a ciertas formulaciones y problemas, el tipo de «espacio» matemático que se emplea sirve como marco general de referencia para todos los fenómenos físicos que se representan en una determinada teoría.

Para valorar adecuadamente esta cuestión, se ha de tener presente la gran variedad de tipos de teorías físico-matemáticas y, por tanto, el modo diverso en que cada una de esas teorías corresponde a la realidad. Ya se ha aludido a estas cuestiones al tratar otros temas; para la cuestión que ahora nos ocupa, no es necesario descender a detalles específicos: basta señalar que el éxito de una determinada teoría matemática acerca del «espacio» en su aplicación a las teorías físico-matemáticas, no implica que haya de atribuirse una realidad privilegiada a esa noción matemática.

Se han hecho muchas especulaciones alrededor de este tema, sobre todo a propósito de la teoría de la relatividad de Einstein. En este teoría, se utiliza de modo particular

la «geometría de Riemann», que se desarrolla lógicamente sin contradicción. En la geometría de Riemann se afirma, por ejemplo, que por un punto exterior a una recta no se puede trazar ninguna paralela a ella; se excluye así la infinitud de las líneas rectas, al ser éstas vistas, por definición como líneas curvas cerradas, en un espacio curvo (un espacio, en consecuencia, ilimitado pero no infinito). Además de las tres dimensiones «ordinarias» del espacio, entonces, la teoría de la relatividad añade la curvatura respecto a una cuarta dimensión.

Estas afirmaciones no son fácilmente representables de modo imaginativo, aunque esa geometría admite comparaciones con las representaciones habituales. El éxito de la teoría de la relatividad ha llevado a preguntarse si el «espacio real» no corresponderá a la geometría de Riemann, y se han propuesto diversas interpretaciones en esa dirección. Cuanto se ha expuesto anteriormente basta para advertir que el sentido realista de esa geometría es limitado, sin que esto sea ningún obstáculo para su coherencia lógica y para su valor en las matemáticas y en la física-matemática.

Conclusiones

Sintetizando las consideraciones anteriores, podemos decir que:

a) En la realidad, se dan los cuerpos con una cantidad real extensa en diversas dimensiones; si consideramos las relaciones de distancia tenemos el «espacio real», o la misma extensión.

b) Cuando se toman esas dimensiones de un modo abstracto, prescindiendo de la materia concreta y atendiendo sólo a las relaciones puramente dimensionales, tenemos la noción de «espacio abstracto», que es un ente de razón; aunque no es ningún ente concreto real, tiene un fundamento en la realidad y se aplica a ella. Esta noción de espacio fundamenta las nociones matemáticas acerca del espacio, pero no implica ninguna teoría matemática concreta.

c) En las matemáticas se construyen diversos «espacios matemáticos»; entes matemáticos para cuya construcción se utilizan definiciones y principios específicos. Ninguno de éstos es una traducción directa de la realidad, aunque el espacio

definido por la geometría euclídea corresponde, en cierta medida, a las representaciones imaginativas habituales acerca del espacio, mientras que otros espacios matemáticos tienen menor relación con esas representaciones, o incluso no tienen ninguna.

d) Los «espacios matemáticos» encuentran diversas aplicaciones en la física matemática. Estas aplicaciones, a veces muy abstractas y especializadas, no justifican directamente que esos espacios matemáticos correspondan a la realidad; la valoración de esta cuestión exige considerar cada teoría física concreta, y frecuentemente será difícil asignar un significado real a esas nociones matemáticas.

5. La geometría

En el apartado anterior hemos tenido ocasión de referirnos a la concepción geométrica del espacio. Aquí veremos una serie de puntos fundamentales sobre la ciencia geométrica, en cuanto son relevantes para la filosofía de la naturaleza.

La percepción y abstracción del continuo extenso

El primer acceso a la cantidad dimensiva se opera mediante la percepción sensible. Captamos con los sentidos, especialmente con la vista y el tacto, la continuidad extensa de los cuerpos. Podemos percibir un ser extenso todo a la vez, simultáneamente, en cuanto el continuo es un *unum* dimensivo, o bien lo captamos parte por parte, sucesivamente, en cuanto es potencialmente divisible.

En la percepción del continuo concreto y sensible intervienen los diversos sentidos, con su peculiaridad. Se suele hablar así de los espacios *visual, táctil, motor,* etc. que se van formando progresivamente ya en las percepciones infantiles. Por ejemplo, un solo ojo capta dos dimensiones, y sólo con los dos ojos se percibe la profundidad. Los movimientos del propio cuerpo y de los demás nos ayudan a familiarizarnos con la extensión concreta y sus relaciones. En la percepción completa del espacio se van integrando y acumulando experiencias de los diversos sentidos, que acaban por configurar una

imagen unitaria del espacio circundante inmediato[21]. La captación de los espacios lejanos es mucho más imperfecta –sólo es visual, y con menos posibilidades de manipulaciones y comparaciones–, y por eso se presta a más errores perceptivos. Toda percepción concreta del espacio será siempre imperfecta y unilateral, pues las cosas no pueden verse sino desde la perspectiva del observador. Pero la imaginación, la memoria y la razón (con analogías, comparaciones, etc.) suplen las deficiencias de los sentidos y alcanzan una mayor objetividad (por ej., sabemos que un objeto lejano no es pequeño, sino que a lo lejos se ve más pequeño).

En la percepción espacial se introducen algunos elementos «constructivos», mediante una forma de abstracción que separa e idealiza ciertos esquemas tomados de la experiencia para después volver a aplicarlos a ella. El esquematismo perceptivo se basa en la experiencia y en la labor de la inteligencia y completa la experiencia actual –más fragmentaria–, aunque a la vez está sujeto a errores y deformaciones (por ej., las ilusiones ópticas). La psicología genética del espacio (Piaget) contribuyó a desautorizar la teoría de Kant sobre el apriorismo del espacio.

Con ayuda de la imaginación y siempre en una línea abstractiva, se puede pasar de aquí a la concepción del «espacio puro», es decir, a la representación de las dimensiones separadas de los cuerpos concretos, indiferenciadas y extendidas indefinidamente en todas las direcciones, a la vez que concebidas como «fondo» en el que pueden colocarse las figuras. Esta abstracción es preparada en cierto modo por la percepción sensible, que tiende a ver los sólidos extensos distribuidos en un medio aéreo impalpable e invisible, que actúa a modo de «fondo dimensivo» de los cuerpos. La geometría euclidiana y la física newtoniana suelen trabajar sobre la base de este espacio abstracto-imaginativo, que en el apartado anterior hemos caracterizado como un ente de razón fundamentado en la extensión corpórea.

21. Cfr. C. FABRO, *Percepción y pensamiento*, EUNSA, Pamplona 1978.

Problemas filosóficos de la geometría clásica

La geometría es la ciencia matemática de la extensión abstracta o de los espacios separados. En su etapa clásica, ella surge cuando se imagina el espacio y sus posibles configuraciones –esta imaginación da el objeto de la geometría y es sustentada por la percepción externa, por ejemplo, de dibujos en una pizarra–, y cuando sobre esa base la inteligencia comienza su tarea de definir objetos y deducir propiedades y relaciones. La línea geométrica, por ejemplo, es captada por la inteligencia cuando es definida, y no sólo vista o imaginada, si bien con relación a las líneas vistas e imaginadas.

Compete a la filosofía de la naturaleza preguntarse por el tipo de realidad de los objetos conocidos por la geometría. Este problema, característico de la «filosofía de las matemáticas», siempre ha preocupado a los filósofos, con importantes consecuencias en su concepticón especulativa general (por ejemplo, las tesis de Platón o de Kant sobre la naturaleza del pensamiento matemático son parte esencial de sus sistemas filosóficos).

Un problema fundamental de todas las interpretaciones filosóficas con respecto al valor cognoscitivo de la geometría surge de la diferencia registrada entre las elaboraciones geométricas y el mundo de la experiencia sensible. Si bien la geometría euclidiana, en comparación con las geometrías modernas, parece estar más de acuerdo con la experiencia ordinaria, los antiguos eran conscientes de que ese acuerdo era sólo aproximado. En la realidad no existen puntos, líneas ni figuras *exactas,* con la precisión de las definiciones geométricas (por ej., la esfera geométrica toca a la superficie sobre la que se apoya sólo en un punto, lo cual no se observa en los cuerpos esféricos materiales).

Como consecuencia de esta falta de correspondencia con la realidad, Platón sostuvo un *realismo exagerado,* postulando un mundo ideal en el que existían los objetos descritos por los geómetras, del cual las sensibles participaban por aproximación. De este modo se salvaba la verdad de la ciencia geométrica.

La solución de Aristóteles, el *realismo moderado,* consistía en cambio en afirmar que la geometría trabaja en un nivel abstracto, separando del ser material sus aspectos extensos.

Las figuras y elaboraciones geométricas existen en la materia sensible, si bien son consideradas por el intelecto fuera de la misma. Aristóteles no entró en más detalles sobre la modalidad de la abstracción geométrica, ni explicó con claridad el motivo de esa falta de correspondencia directa entre la geometría y la realidad. Su doctrina general sobre los conocimientos universales puede ser, de todos modos, orientadora también para el saber geométrico: la mente conoce abstrayendo e introduciendo, en los objetos abstractos, relaciones de razón no referibles a la realidad.

En el ámbito matemático abstracto, la mente humana encuentra una notable claridad conceptual y a la vez una mayor libertad constructiva. Ella puede concebir, en este sentido –mediante definiciones y operaciones mentales–, estructuras dimensivas abstractas no contradictorias, al margen de la realidad de hecho (por ejemplo, puede multiplicar al infinito los lados de un polígono, o introducir postulados y examinar sus consecuencias lógicas, aunque nada de esto se dé en la realidad corpórea). La geometría, incluso la clásica, no es una ciencia experimental –de lo contrario, sería una rama de la física–, pues se guía sólo por criterios de inteligibilidad cuantitativa abstracta, aunque su punto de partida sea la experiencia sensible del ser extenso.

La geometría moderna

Los modernos desarrollos de la geometría, a partir del siglo XIX, rompieron con la hegemonía de la geometría euclidiana y pusieron cada vez más de relieve el carácter constructivo e ideal del pensamiento geométrico. Se ha llegado a pensar, entonces, que las nuevas geometrías ya no estudian la realidad de la extensión, sino que son ciencias de objetos creados por la mente humana, aunque en este caso se debe explicar por qué de un modo u otro las geometrías son aplicables al mundo material.

Las interpretaciones filosóficas más importantes surgidas con motivo de las nuevas geometrías son dos:

a) *Convencionalismo* (Poincaré): la geometría es una construcción convencional, ya que ningún criterio empírico –ni racional– obliga a optar por una determinada geometría, que pueda considerarse como la más correcta o verdadera.

Elegimos la más cómoda y sencilla para medir los cuerpos, así como somos libres para escoger un sistema de medidas u otro. La geometría, sin embargo, es experimental en el sentido de que la experiencia guía la elección de la más útil (si tuviéramos otra estructura perceptiva, deberíamos elaborar otras geometrías).

b) *Axiomatismo* (Hilbert): con la aparición de las nuevas geometrías propuetas como alternativas a la euclidiana, resultaba claro que su diversidad dependía de las diferentes bases axiomáticas. Son posibles diversas geometrías consistentes según los axiomas asumidos, ya que de un sistema de axiomas se siguen una serie de consecuencias formales correspondientes a un tipo específico de geometría. La base «intuitiva» como criterio de fundación geométrica es abandonada: la representación imaginaria del punto, de la recta, etc., carecen de valor intrínseco para la construcción de la geometría.

Para comprender cómo fue posible el desarrollo de la geometría moderna se debe tener presente su vínculo con el cálculo numérico. En la matemática antigua la aritmética se había desarrollado poco, faltando un buen sistema de notación, y estaba subordinada a los procedimientos geométricos, pues el número mismo era tomado sólo como resultado de la división del continuo. En la matemática moderna, en cambio, la geometría se subordina al álgebra y al análisis matemático. Descartes, cuando representa el espacio con números, establece por primera vez una correlación rigurosa entre el álgebra y la geometría: la geometría analítica es la aplicación del álgebra para la resolución de los problemas geométricos. Con sólo números y operaciones algebraicas se pueden seguir y resolver todos los problemas de la geometría, superándose así los límites de la intuición sensible e imaginativa[22].

En esta misma línea fue importante para la historia de las matemáticas la «aritmetización del continuo», conseguida en el siglo pasado por Dedekind y Cantor. La geometría fue así elevada a una mayor abstracción y aún más alejada de sus bases intuitivas. La aritmetización del continuo es una reducción

22. El análisis infinitesimal relaciona también la geometría con el cálculo numérico, pues permite estudiar matemáticamente las variaciones continuas de las dimensiones.

definitiva de la geometría a la teoría numérica, en base a una correspondencia de los números con la extensión de la línea recta. De este modo es posible, utilizando los números reales, «reconstruir» sobre bases exclusivamente numéricas el continuo geométrico.

Las geometrías pluridimensionales pueden construirse fácilmente con ayuda del análisis, pero al superar el ámbito tridimensional pierden su correspondencia directa con la extensión. Sin embargo, ellas conservan un lenguaje geométrico metafórico, útil para que la mente humana comprenda mejor las estructuras matemáticas estudiadas, que por otra parte son aplicables a la física (por ej., a la mecánica cuántica).

La reducción de la geometría a la teoría numérica históricamente ha reconducido los problemas filosóficos geométricos a la cuestión más general de la fundamentación de la matemática, que veremos en el siguiente capítulo.

Algunas conclusiones

La matemática es una ciencia de objetos posibles (no contradictorios) en el campo de las magnitudes, los números y ciertas relaciones estructurales puramente formales. Aunque en un primer momento se basa en la experiencia sensible y comienza estudiando relaciones observables en acto, mediante una progresiva abstracción puede descubrir que esas relaciones son sólo casos particulares de otras mucho más amplias y puramente teóricas. La matemática se justifica como ciencia sólo por su interna coherencia, no por su aplicación al mundo sensible. Su verdad no está, como en las ciencias reales, en la correspondencia con la realidad, sino en la correcta coherencia entre los principios axiomáticos y sus conclusiones. No es, por tanto, la matemática una ciencia subjetiva guiada por el capricho, porque se sujeta a rigurosas leyes lógicas e implica el conocimiento de un orden objetivo al que es inherente una intrínseca necesidad formal. Ese orden, sin embargo, tiene el carácter de una «entidad de razón», con un mayor o menor fundamento último en la realidad, ya que no todo en la matemática es pura creación de la mente humana. El estudio del estatuto ontológico del «ser posible» y del «ser de

razón», y su relación con el ser real, corresponde a la metafísica.

Como se ha dicho en apartados anteriores, la aplicación de la matemática a la realidad concreta no constituye una prueba de que ella describa el mundo tal como es. La matemática propiamente no describe, sino que mide, compara, esquematiza, simboliza. Puede hablarse de correspondencia de la matemática aplicada a la realidad pero no de simple descripción al modo de una pintura. La cantidad es susceptible de ser formalizada de múltiples modos más o menos sencillos o útiles. No es esto pragmatismo, pues el pragmatismo, en este ámbito, está en extrapolar el método matemático a los conocimientos reales.

La matemática moderna ha podido inducir a algunos a una pérdida de confianza en la verdad, pero esto ha sucedido con frecuencia allí donde se ha tendido a ver en la matemática el paradigma de una ciencia absoluta (platonismo, racionalismo). No ha sido éste el caso del realismo metafísico inspirado en Aristóteles.

Con relación a la geometría, hay que decir que su refundición con la teoría numérica no significa que el ser extenso corpóreo es irreal, o que la distinción entre cantidad continua y discreta es irrelevante. El hecho de que la matemática moderna se haya independizado de la geometría simplemente ha puesto en evidencia que la ciencia de los números, más abstracta, es aplicable al estudio del continuo extenso, y no al revés. De hecho el hombre no puede comprender adecuadamente el continuo sino dividiéndolo y reduciéndolo de alguna manera a número.

Las discusiones sobre el valor congnoscitivo de las diversas geometrías han sido numerosas, pero entrar en más detalles requeriría un tratamiento especializado. Recordemos tan sólo que el privilegio del realismo concedido a veces a la geometría euclidiana no ha de ser exagerado. Ni la metafísica ni la filosofía de la naturaleza están vinculadas a esa geometría, en la que intervienen –como en las demás–, elementos constructivos y esquemáticos.

Según Maritain, la geometría euclidiana, al adecuarse a la intuición sensible, corresponde directamente a la realidad del extenso puro. Las demás geometrías serían meramente

constructivas. Pero también reconoce que el espacio de Riemann, utilizado por Einstein en la teoría de la relatividad general, se adecúa a la realidad de un espacio *físicamente cualificado,* es decir, a las propiedades geométricas de los cuerpos en cuanto afectados por la gravitación[23].

Hoenen[24], seguido por Selvaggi[25], sostiene que la geometría «real» es la euclidiana, la cual estudia los principios necesarios del ser extenso, captado por intuición intelectual más allá de las deficiencias de los sentidos. La inexactitud de la medición es atribuida a la imperfección del conocimiento sensible. Puntos, líneas y superficies existen realmente en el ser extenso en cuanto límites potenciales. Pero esta tesis descuida, en parte, los aspectos abstractos e ideales de la geometría.

23. Cfr. *Los grados del saber,* Desclée, Buenos Aires 1947, vol. I, pp. 265-277.
24. Cfr. *De Noetica Geometriae,* Pug, Roma 1954.
25. Cfr. *Filosofia delle scienze,* La Civiltà Cattolica, Roma 1953, pp. 79-107.

CAPÍTULO III

LA CANTIDAD NUMERICA

1. UNIDAD Y MULTIPLICIDAD

Estudiaremos a continuación la otra clase de cantidad, llamada *numérica* o *discreta* (en el sentido de «separada»), en virtud de la cual decimos que existen *tantas* unidades crpóreas (2 árboles, 3 hombres, etc.).

Unidad predicamental y trascendental

En el mundo material, como hemos visto al tratar de la substancia, la individuación de una forma radica en la materia cuantificada. Esto significa que la continuidad dimensiva sirve de sostén a la misma unidad del ente concreto material. Su unidad, sin embargo, no se reduce a la indivisión material, pues procede ante todo de la unidad de la forma substancial, gracias a la cual la substancia es lo que es, en la singularidad de su propio ser. La unidad de un ente nace, en definitiva, de los principios actuales por los que es precisamente un *ente,* de modo que hay coincidencia entre «ser ente» y «ser *un* ente».

Esta es la unidad denominada *trascendental* en metafísica, que sólo añade al concepto de «ser ente» la nota de la indivisión en cuanto al ser mismo, junto con la «división» o distinción respecto de todos los demás entes. A la filosofía natural no le corresponde profundizar en este aspecto del ser de las cosas, propio de todos los seres tanto materiales como espirituales. Pero sí hemos de notar que la unidad ontológica, en las cosas materiales, está condicionada por la unidad di-

mensiva del ente corpóreo, pues de otro modo la forma perdería, por así decirlo, el terreno sobre el que asentarse. Y el carácter de «uno dimensivo», que es la misma extensión en cuanto «separada», no es sino un accidente: la *unidad predicamental,* que corresponde, en efecto, al predicamento «cantidad»[1].

Pluralidad material y trascendental

La división produce el paso de lo uno a lo múltiple. La divisón del continuo extenso rompe la unidad del ser corpóreo, introduciendo una multiplicación de entes. Basta dividir idealmente un plano o una línea para obtener varios planos o varias líneas. Pero aquí nos mantenemos en una perspectiva real. Desde este punto de vista, la división a la que nos referimos no es tanto un proceso físico, sino el hecho de la «separación actual». Y así, si la materia cuantificada es principio individuador de la forma, hay que decir también que es principio *multiplicador* de la forma, pues *muchas* materias cuantificadas y separadas entre sí hacen posible que existan, por ejemplo, varios trozos de oro, varios caballos, varias gotas de agua, etc. Por otra parte, la misma generación de unos entes materiales a partir de otros requiere una separación de la materia cuantificada *a quo* (de la que procede la generación). Escribe Santo Tomás:

> «Toda pluralidad resulta de alguna división. Y dos son los tipos de división. Una material, producto de la división del continuo, de la que sale el número como especie de la cantidad, correspondiente sólo a las cosas materiales, dotadas de cantidad. Otra es la división formal, resultante de la existencia de formas opuestas o diversas. De esta última división se sigue la multiplicidad no situada en ningún predicamento, porque pertenece a los transcendentales, en cuanto el ente puede ser uno o múltiple. En los seres inmateriales sólo se da este tipo de multiplicidad»[2].

1. Tomás DE AQUINO, comentando a ARISTÓTELES, hace notar que la noción de unidad es analógica, pues se dice en muchos sentidos. La unidad trascendental es la unidad *quod convertitur cum ente;* la predicamental, la que es *principium numeri.* Cfr. *In Metaphys.,* V, 8.
2. *S. Th.,* I, q. 30, a. 3.

Como vemos, a la unidad predicamental y trascendental corresponden una *multiplicidad predicamental,* o pluralidad de seres extensos separados, y una *multiplicidad trascendental,* o pluralidad de entes [3]. En los seres materiales, la primera multiplicidad condiciona a la segunda. La multiplicidad trascendental, dándose en el ámbito de las cosas materiales, trasciende la materia y nos conduce así desde la filsofía natural al campo de la metafísica.

Lenguaje y cantidad

La noción de pluralidad no sólo se aplica a las substancias, sino a cualquier tipo de «todo» dividido en partes (sea un todo accidental, potencial, ideal, lógico, etc.). Hablamos así de varios edificios, de varias sílabas, de varias líneas, de varios tipos de virtud, etc. En cada caso particular, el análisis metafísico determina en qué sentido se habla de *uno* y de *muchos*. Por ejemplo, *varios* edificios: pluralidad de agregaciones, no de entes singulares; *varias* líneas: pluralidad ideal de partes de la extensión; *varios* tipos de virtud: multiplicidad formal abstracta.

El hombre aplica indistintamente los términos cuantitativos elementales *(uno, poco, mucho)* a los grupos, a las cosas compuestas y a sus partes reales o potenciales. Las determinaciones lingüísticas cuantitativas incluyen la significación de los *individuos*, lo que nada tiene de extraño, pues la cantidad es principio de individuación (por ej., *todos* señala una cantidad numérica y a la vez un grupo de individuos).

En el lenguaje corriente la cantidad numérica es significada por las formas plurales o por adjetivos y pronombres numerales *(pocos, muchos,* etc.). La lógica matemática recurre para esto a símbolos esquemáticos llamados *cuantificadores,* con los que se articula la extensión de los términos generales.

Veamos algunos ejemplos de términos cuantitativos corrientes:

3. La multiplicidad, de todos modos, no es un trascendental, sino que se reduce al trascendental *unidad.*

- *uno-muchos:* unidad y pluralidad en general;
- *algún-algunos:* referencia individual indeterminada
- *ningún-ningunos:* privación de individuos o de pa
- *más-menos:* la cantidad numérica puede ser may menor, aumentar o disminuir. El aumento numérico es la ción, y su contrario la *substracción;*
- *igual:* identidad cuantitativa;
- *poco-mucho:* cantidad insuficiente o bien excedente, gún algún criterio de estimación;
- *máximo-mínimo:* la cantidad más alta o más baja;
- *todo-todos:* reunión completa de partes o de indivi de un grupo. Se aplica a unidades continuas (*todo* el pan a grupos colectivamente (*todo* el pueblo) o distributivame (*todos* los hombres). La noción de todo se extiende anal camente a la cualidad o a la forma, y entonces significa *fección* («toda la belleza», «toda la virtud», «toda la cienci Si *todo* significa que no falta ninguna parte, *perfecto* inc que a algo nada le falta de lo que naturalmente le corr ponde.

Estas determinaciones cuantitativas son estudiadas, b diversos puntos de vista, por la lógica y la metafísica, deb a la conexión entre el concepto universal, la cantidad, los dividuos y el mismo ser (pues la unidad y la multiplicid como vimos, se refieren también al ente)[4].

Los individuos son indicados por nombres propios, p nombres, artículos, u otras expresiones. Si no son clarame conocidos o no se pretende aludir a ellos, el lenguaje su evitar los plurales y las otras formas individualizadoras: ejemplo, *oro* significa una especie de mineral, pero para ferirse a los individuos se dice «un trozo de oro», no « oro»; *prudencia* no se usa en plural –no es una cosa ind dual–, y sin embargo se habla de *virtudes,* aludiendo a multiplicidad formal. El lenguaje posee un alto grado de f dez en este sentido.

4. Así, obsérvese que muchas de esas expresiones determinan la *ex sión* de los universales («todos los hombres»). *Algo* es también un trasc dental, pues significa «algo *que es»; nada, nadie, ningún,* significan la aus cia de ser.

Grupos[5]

La multiplicidad de las cosas no es una pura dispersión. Todas las cosas divididas y separadas están de algún modo unificadas por relaciones de orden. *Grupo* es la reunión de varios *elementos* mediante alguna relación. Los individuos del grupo pueden denominarse también sus *partes,* y el grupo se dice *todo* en cuanto no está privado de ninguna de ellas.

La terminología ordinaria y científica respecto a los grupos es fluctuante y no siempre precisa. Entre los términos *grupo, reunión, clase, colección, agregación, conjunto, compuesto, orden, estructura, todo,* hay diferencias de matiz, también según el contexto en que se emplean. Por ejemplo, *grupo* designa un conjunto de entes separados, mientras que *compuesto* más bien significa un ente con partes heterogéneas. La relación del elemento con el conjunto es la *pertenencia:* un grupo «tiene» partes o elementos, y la parte «pertenece» al conjunto.

Un grupo es constituido por relaciones de diverso tipo: *identidad* en la especie (varios hombres), *semejanza* o unidad en la cualidad (varios estudiantes), *parentesco* (los miembros de una familia), unidad en la *acción* (un equipo deportivo), etc. El grupo puede ser homogéneo o heterogéneo: en el grupo *homogéneo* las relaciones de los miembros son idénticas (por ej., el «público», o grupo de espectadores); en el grupo *heterogéneo* las relaciones internas son variadas y constituyen una *estructura* u *orden,* según criterios de prioridad y posteridad que disponen diversamente a cada uno en su sitio o en su función propia. En una estructura hay *jerarquía* cuando las relaciones de prioridad y posterioridad obedecen a criterios cualitativos y no meramente cuantitativos (por ej., diversidad de funciones en una agrupación social).

La teoría de conjuntos, base de la matemática moderna, estudia las agrupaciones desde un punto de vista sólo cuantitativo, prescindiendo de los aspectos ontológicos. Desde el punto de vista de la filosofía, la idea matemática de *conjunto* se fundamente en la realidad ontológica de la *multiplicidad.*

5. Cfr. J.J. SANGUINETI, *La filosofia del cosmo in Tommaso d'Aquino,* cit.

Por eso, un conjunto es siempre *de* tipos de cosas (*de* hombres, *de* árboles), pues las cosas materiales son múltiples en cuanto multiplican numéricamente ciertas perfecciones específicas.

Un examen filosófico acerca de las realidades colectivas (por ej., una filosofía de la sociedad) no puede omitir las consideraciones aquí brevemente apuntadas. Un análisis más concreto ha de considerar, además, si el grupo estudiado es o no una substancia, y el tipo de entidad de sus miembros (si son en acto o en potencia), porque de aquí resultarán las diversas relaciones entre el todo y sus partes, entre el conjunto y sus elementos, y entre las partes y los elementos recíprocamente.

2. El número

La cantidad tanto continua como discreta puede aumentar o disminuir, ser mayor o menor *(aditividad)*. El aumento de la multiplicidad se produce por la añadidura de unidades. La *suma, adición* o *agregación* son, antes que un acto de la mente (la suma matemática), el hecho real de que la cantidad discreta recibe un *más*. Y también cabe el proceso contrario, la disminución de unidades, en un proceso descendente que llega hasta la unidad indivisa del ente, por debajo del cual, si el ente es material, no es posible sino la división cuantitativa.

Conocer de modo concreto el *más* y el *menos* de la cantidad, mediante comparaciones entre las diversas cantidades, es *medir*[6]. A su vez, medir la cantidad discreta es *numerar* o contar. La medición es un acto de la razón humana –pues sólo la razón puede comparar unas cosas con otras– en respuesta a la pregunta *¿cuánto?*, aplicable a la cantidad continua («¿cuánto vino contiene esta botella?»), así como a la cantidad discreta («¿cuántas botellas de vino hay aquí?»). En realidad, la misma cantidad continua es medida a base de dividirla y de reducirla, en consecuencia, a cantidad discreta. De este modo conocemos el continuo con procedimientos nu-

6. Cfr. el apartado sobre la mensurabilidad como propiedad esencial de la cantidad.

méricos (por ej., una longitud tiene 10, 20 metros), por más que los números nunca son completamente precisos al aplicarse a la continuidad.

El hombre puede inventar diversos sistemas de numeración, que en parte reflejan el grado alcanzado por una civilización. Esos sistemas van desde los recursos digitales primitivos hasta la metodología abstracta de la alta matemática, y muchos de ellos se contienen en el mismo lenguaje ordinario. Los signos gráficos permiten una mayor abstracción matemática y hacen posible operaciones de cálculo a gran escala.

Consideraremos aquí la numeración elemental propia de los llamados *números naturales* (1, 2, 3), más inmediata al conocimiento ordinario y que, junto con las nociones cuantitativas básicas ya estudiadas, contienen el fundamento de las construcciones matemáticas más abstractas. El hombre puede asignar nombres específicos a las cantidades discretas de un grupo, como *dos, tres, cuatro.* Por abstracción, él separa la cantidad discreta de las cualidades de las cosas contadas, y así entiende en base a correlaciones, por ejemplo, que el número de manos, de hermanos de una familia, etc., es idéntico, y lo llama *dos.* El número no es una entidad subsistente, pues es *número de* cosas concretas (tres hombres, tres casas), aunque por abstracción se considera fuera de ellas.

Un número concreto de cosas (tres hombrés) se puede llamar *número numerado,* y el número abstracto (3, 4) puede denominarse *numerante.* La abstracción aquí consiste precisamente en reconocer un número numerado –una cantidad real de cosas separadas– y obtener de ella un número numerante, aplicable indefinidamente a todos los grupos que posean la misma cantidad discreta[7]. El número numerante es, pues, un ente de razón, una entidad elaborada por la razón humana para medir las cosas, y que no existe sino en el pensamiento mensurante del hombre[8].

El número es, pues, la medida de la cantidad discreta (en griego, número, *métron,* significa «medida»). Se podría decir también que es la multiplicidad medida por la unidad *(mul-*

7. Cfr. Tomás DE AQUINO, *In Phys.*, IV, 17 (581) y 23 (637).
8. Cfr. *ibid.*, 23 (628 y 629).

titudo mensurata per unum)[9]. En cuanto expresión de la cantidad discreta, el número se fundamenta ontológicamente en la unidad real de cada ente[10], independientemente de los sistemas de numeración y de las teorías matemáticas.

El hombre no se limita, sin embargo, a nombrar los distintos tipos de conjuntos más o menos numerosos, sino que a la vez introduce en los números un *orden sucesivo,* originariamente basado en la añadidura de unidades. La serie 1, 2, 3, 4... nace como consecuencia de una ley sucesiva abstracta. Estamos aquí en un plano racional, si bien todavía inmediatamente referible a la realidad, ya que es posible ordenar varias cosas sucesivamente, por ejemplo indicando en una fila de personas el que va primero, segundo, tercero, etc.[11]. Pero la mente humana, desvinculándose de la realidad concreta, puede proceder indefinidamente en la sucesión de los números, y puede así, por ejemplo, entender con claridad el número 3274905, sin necesidad de haber contado nunca una tal cantidad. El número se entiende en este caso sólo por su situación en la serie abstracta, y no por abstracción directa a partir de una pluralidad de cosas.

Como los números expresan una cantidad que puede ser también trascendental, su ámbito de aplicación se extiende a toda la realidad del ser, y no se reduce a las cosas materiales (de hecho, hablamos de *tres* Personas Divinas en la unidad de un solo Dios)[12]. De todos modos, normalmente nuestro concepto de multiplicidad, visto bajo la razón unívoca del número como medida, está fuertemente ligado a la materialidad,

9. Cfr. Tomás DE AQUINO, *S. Th.*, I, q. 11, a. 2.

10. Señala ARISTÓTELES: «Es medida, en efecto, aquello por lo que se conoce la cantidad. Y la cantidad en cuanto cantidad se conoce o por el uno o por un número, y todo número se conoce por el uno (...) porque el uno es principio del número en cuanto número» *(Metafísica,* X, 1, 1052 b 20-25).

11. No es correcta la tesis kantiana que vincula el número a la intuición del tiempo. La sucesión numérica no tiene carácter temporal (la aritmética prescinde de la temporalidad). Ciertamente, como todo concepto, el número tiene una base empírica en la que se introduce el tiempo: al numerar una serie de cosas materiales, se exige un movimiento (por ej., el dedo que cuenta un objeto después de otro), y necesariamente transcurre un período de tiempo.

12. Cfr. P. GEACH, *Logic Matters,* Univ. of California Press, Berkeley y Los Angeles 1980, pp. 212-213.

pues es propio de la multitud material la repetición uniforme sin variantes cualitativas. Por eso la ciencia de los números, si bien teóricamente es aplicable a las realidades suprasensibles, encuentra de todos modos su ámbito más connatural en las cosas materiales. La experiencia demuestra que la matemática es un instrumento importante para la física, y no lo es tanto para la filosofía, la teología o las ciencias humanas.

La lógica moderna (Frege, Russell) ha llegado a la noción de número por vías lógicas, señalando que el número es una *clase*, o la *extensión* de un concepto[13]. Se ve así que la idea de número no es originaria, pues depende de dos nociones previas, la de clase o conjunto y la del concepto correspondiente (conjunto de hombres, de caballos, etc.)[14]. Desde el punto de vista metafísico el número se apoya, como se ha dicho, en la multiplicidad real y en la perfección específica materialmente multiplicada.

En la historia de las matemáticas el concepto de número se ha ampliado progresivamente, a medida que se descubrieron nuevas relaciones numéricas sobre la base inicial de los números naturales[15]. Así, los números negativos nacen como artificio para resolver operaciones como «dos menos cuatro», y pueden ponerse en correspondencia con conjuntos de cosas ausentes. Los números fraccionarios fueron descubiertos estudiando las proporciones del continuo. Los números irracionales surgieron al considerase ciertas proporciones geométricas inexpresables con proporciones numéricas (por ej., la proporción del lado con la diagonal de un cuadrado corresponde al número $\sqrt{2}$).

13. Cfr. *ibid.*, p. 219. Véase también G. FREGE, *Conceptografía. Los fundamentos de la Aritmética,* Univ. Nacional Autónoma de México, México 1972.

14. Ya ARISTÓTELES escribía, contra la substancialización platónica de los números, que «siempre el número, cualquiera que sea, es número de algunas cosas» *(Metafísica,* XIV, 6, 1092 b 19-20).

15. El cuadro general es el siguiente: los números pueden ser reales o imaginarios; los reales pueden ser racionales o irracionales; los racionales son enteros o fraccionarios; los enteros son positivos (o naturales) y negativos.

3. La cantidad infinita

Noción de infinito

El concepto de infinito pertenece primariamente a la cantidad. Hemos dicho más atrás que la cantidad se presenta a la experiencia como finita, pues tiene un *límite* en el que acaba. Pero nada impide, al menos, pensar en una cantidad no-finita, que avanza sin término final, tanto en la cantidad continua como en la discreta. La experiencia misma nos manifiesta cierta infinitud sucesiva, ya que se aplica a un horizonte siempre abierto.

Nos referiremos primeramente a la noción de infinito, y luego veremos la cuestión de su existencia real. El infinito puede concebirse como actual o potencial. El *infinito actual* consistirá en una cantidad infinita existente en acto, mayor que cualquier otra cantidad posible. El *infinito potencial* es una sucesión cuantitativa indefinida o inacabable, aunque las partes o unidades resultantes son finitas en acto. En este sentido, la cantidad extensa puede ser infinita por división en partes siempre más pequeñas, sin llegar a un término, o bien puede ser infinita por un aumento sin fin. La cantidad numérica puede ser potencialmente infinita por un aumento indefinido de unidades.

El infinito es siempre relativo a algún aspecto. Así, se puede concebir una superficie de longitud infinita pero de anchura finita, o pensar en infinitas estrellas, o infinitos granos de arena, etc. Los distintos «grupos» de infinidades pueden incluso comprarse cuantitativamente, como hace la teoría de conjuntos[16].

La noción de infinito supera ulteriormente el ámbito cuantitativo, si la entendemos como *ausencia de limitaciones en el orden de una perfección* (infinita bondad, infinita justicia, etc.). En metafísica se estudia cómo el acto es limitado

16. Tomás DE AQUINO afirma que un tipo de infinito puede ser «mayor» que otro, como el conjunto de los números pares e impares es mayor que el de los números pares, aunque estos últimos sean también infinitos (cfr. *Quodl.*, IX, q. 1, a. 1, ad 1; *S. Th.*, III, q. 10, a. 3, ad 3). La teoría de conjuntos, sin embargo, considera que estos dos infinitos son de igual «potencia».

por la potencia, de modo que un acto puro y sin mezcla de potencia es ilimitado o infinito en su propio orden. La infinitud absoluta en todos los sentidos y sin limitación alguna corresponde al acto de ser absoluto, que es Dios, el Ser Subsistente[17].

Esta última consideración esclarece ciertas discusiones sobre la finitud o infinitud del universo planteadas a veces inadecuadamente, cuando se ha pensado que estarían vinculadas a supuestas conclusiones teológicas (o antiteológicas). Sería una falsa apologética pretender probar que el mundo es finito en su cantidad, como si de eso dependiera la demostración racional de la existencia de Dios; como sería igualmente erróneo pensar que un universo cuantitativamente infinito (en extensión dimensiva o temporal) haría del mismo una realidad divina autosubsistente. Son claras las siguientes palabras de Santo Tomás: «Aunque Dios creara un ser corpóreo infinito en acto, ese ser corpóreo sería infinito en su cantidad dimensiva, pero tendría una naturaleza necesariamente determinada en su especie, que sería limitada precisamente porque es una cosa natural. Y en consecuencia no sería igual a Dios, cuyo ser y esencia es infinito en todos los sentidos»[18]. La cantidad numérica, aunque se multiplique al infinito, no añade al mundo una mayor perfección ontológica.

La realidad del infinito cuantitativo

En filosofía siempre se ha discutido sobre el grado de realidad del infinito cuantitativo, sobre la infinitud del universo, sobre su duración eterna, etc. Aquí consideraremos el problema del infinito actual –visto que la existencia del infinito potencial está fuera de duda– en el campo de la matemática y en la realidad física.

En la *matemática* se ha manejado siempre el infinito, aunque se discute si la noción de infinito actual implica o no con-

17. «Ipsum esse absolute consideratum est infinitum» (Tomás DE AQUINO, *C.G.*, I, 43; cfr. *S. Th.*, I, q. 54, a. 2).

18. *Quodl.*, IX, q. 1, a. 1, ad 1. Precisamente por este motivo Santo Tomás siempre sostuvo que un universo de duración eterna no es incompatible con su carácter creado, aunque por Revelación sabemos que el universo ha tenido un comienzo.

tradicción. La teoría de conjuntos aparentemente usa el infinito actual, ya que razona sobre conjuntos constituidos por infinitos elementos. Hay que reconocer, sin embargo, que aunque se pueda pensar, por ejemplo, en el «conjunto de todos los números naturales», y asignarle un número transfinito (llamado *aleph*), no por eso ese conjunto ha sido efectivamente numerado. Más bien ha sido concebido como una serie indefinida, y es en realidad un infinito potencial aditivo[19].

En el *orden físico,* cabe preguntarse si el mundo contiene o podría contener un infinito actual de cosas o de magnitudes de las cosas. La concepción antigua del mundo era finitista, mientas que en la época moderna, con el advenimiento de la nueva ciencia, se abrió paso la idea de que la extensión del universo era infinita. La ciencia contemporánea, sin embargo, vuelve al finitismo: el universo, en la teoría de la relatividad, aparece como finito pero, cerrándose sobre sí mismo, ilimitado[20]. Dado el carácter hipotético de estas investigaciones, es difícil de todos modos que la ciencia experimental pueda zanjar la cuestión de manera definitiva. La sola experiencia nunca demonstrará que el universo es finito o infinito; la cuestión, en todo caso, debe plantearse a nivel de principios.

Santo Tomás ha señalado respecto a este problema algunos puntos interesantes. En primer lugar, se ha de distinguir entre el infinito *per se* y el infinito *per accidens.* Una cantidad de cosas es necesaria *per se* si hay entre ellas una serie de subordinaciones esenciales (por ejemplo, un orden de causa-efectos, o de medios-fin). En este campo no tendría sentido una multiplicidad infinita ni siquiera potencial, porque el orden nunca se completaría y los fines o efectos no se realizarían (por ej., si tuviéramos que realizar infinitas cosas para acabar nuestros estudios, nunca los acabaríamos). Por eso no

19. Cfr. sobre este tema, J. FERRATER MORA, *Diccionario de Filosofía,* Alianza Ed., Madrid 1980, vol. I, voz *Conjunto.* Según la teoría cantoriana, un conjunto infinito puede ponerse en relación biunívoca con una de sus partes (por ej., el conjunto de los números naturales con el de los números pares), y en este sentido puede decirse que el todo es «equipotente» a la parte, lo cual no sucede en los conjuntos finitos. No hay aquí, sin embargo, una igualdad en acto entre el todo y la parte, sino una correspondencia sucesiva entre los elementos progresivos de dos conjuntos infinitos.

20. Cfr. sobre este tema, A. KOYRÉ, *Del mundo cerrado al universo infinito,* Siglo Veintiuno, México 1979.

es posible una serie infinita de causas esenciales de la existencia del mundo. Una cantidad de cosas es necesaria *per accidens,* en cambio, si entre ellas no existen nexos esenciales, de manera que el *más* y el *menos* no afectan al completamiento del orden (por ejemplo, el número de granos de arena de una playa es completamente *per accidens;* hay tantos cuanta sea la materia disponible). Sólo en este ámbito es admisible el planteamiento de la cuestión del infinito potencial y actual.

Sobre si es o no posible un infinito actual *per accidens,* Santo Tomás mantiene una actitud titubeante entre la posición de Averroes, que lo niega, y la de Algazel, que parece admitirlo[21]. Da la impresión de que Santo Tomás admitiría la posibilidad de una multitud infinita como no-contradictoria, aunque esa multitud no sería numerable en acto ya que el número implica una medida finita[22].

4. Aspectos filosóficos de la matemática[23]

Sobre la base de las primeras nociones numéricas abstractas, el hombre desarrolla sistemas de numeración y procedimientos formales para efectuar operaciones aritméticas elementales (suma, resta, etc.). Cuando estas nociones adquieren una mayor complejidad y pasan a formar parte de un sistema ordenado, vinculándose a principios y demostraciones, nace la ciencia matemática.

La naturaleza del conocimiento matemático ha sido siempre objeto de controversias. Las orientaciones filosóficas han presentado interpretaciones muy variadas sobre su objeto, su método y su correspondencia con la realidad. Aquí daremos tan sólo una somera visión de conjunto.

21. Cfr. *Quodl.,* IX, q. 1, a. 1; *De Ver.,* q. 2, a. 10.
22. Cfr. *In Phys.,* III, 8 (351).
23. Cfr. F. Selvaggi, *Filosofia delle scienze,* La Civiltà Cattolica, Roma 1953, pp. 79-152; N. Bourbaki, *Elementos de historia de las matemáticas,* Alianza Ed., Madrid 1972; W. Kneale, *El desarrollo de la lógica,* Tecnos, Madrid 1980, pp. 351-440, 606-640; E. Colerus, *Piccola storia della matematica,* Einaudi, Turín 1960; E. Agazzi, *La lógica simbólica,* Herder, Barcelona 1967.

Interpretaciones tradicionales

Las interpretaciones filosóficas sobre la naturaleza de la matemática son inicialmente semejantes a las que hemos visto al tratar de la geometría. Para el *platonismo,* los objetos matemáticos existen en un mundo ideal, del que participan las cosas sensibles. Para *Aristóteles,* como vimos, la matemática es el estudio abstracto de la cantidad que, si bien existe en el mundo físico es considerada por la mente fuera de la materia sensible.

En la filosofía moderna, la oposición entre el racionalismo y el empirismo dicta en un primer momento las distintas concepciones de la matemática. Para el *racionalismo,* la matemática descubre verdades analíticas *a priori* sobre la cantidad. Esas verdades, tomadas de los principios generales de la razón y no de la experiencia, constituyen de todos modos un conocimiento objetivo de la realidad. Para el *empirismo,* en cambio, la matemática no implica un incremento de nuestros conocimientos reales. A pesar de su aparente rigor, ella se queda en un plano meramente ideal e incluso subjetivo, relacionado con el modo de nuestras representaciones psíquicas. *Stuart Mill* considera que las verdades matemáticas, como «2 más 2 son cuatro», son generalizaciones experimentales privadas de necesidad. Una posición intermedia es la de *Kant,* que fundamenta el valor científico de la matemática en el hecho de que trabaje con juicios sintéticos a *priori* basados en la intuición *a priori* del espacio para la geometría y en la del tiempo para la aritmética.

Corrientes actuales

Con la renovación interna de las matemáticas y la aparición de la lógica simbólica, hacia fines del siglo pasado, comienzan a cristalizar corrientes de filosofía de la matemática más específicas y algo diversas de las tradicionales. Nacidas en el contexto de problemas de alto nivel teorético, estas corrientes se suscitaron muchas veces por la reflexión filosófica de los mismos matemáticos[24].

24. Cfr. C. CELLUCCI, *La filosofia della matematica,* Laterza, Bari 1967.

Con la reducción de la geometría a la teoría numérica, y como las diversas especies de números fueron reducidas al fundamento de los números naturales, los problemas filosóficos se concentraron, a fines del siglo XIX y comienzos del XX, y en la determinación del concepto de número, de serie numérica y de los principios axiomáticos. Las cuestiones sobre los «fundamentos de la matemática», según una nueva terminología, eran problemas *metamatemáticos,* es decir, reflexiones teoréticas sobre los lenguajes matemáticos, sobre su coherencia, sobre sus bases axiomáticas, etc. Tres tendencias interpretativas se destacaron al respecto:

I. *Logicismo* (Frege, Russell)[25]. La reducción de la matemática a los números naturales culminó con la axiomatización propuesta por Peano en 1889, que establece las nociones primitivas de *número, cero* y *sucesor,* y formulas 5 axiomas fundamentales[26]. Partiendo de aquí, y para superar definitivamente toda base intuitiva o experiencial, esta corriente intentó reducir la matemática a principios puramente lógicos. Con este fin recurrió a la teoría de conjuntos, que se presentaba como más amplia y capaz de abarcar a la misma aritmética (la noción de *conjunto* o *clase* aparecía, quizá unilateralmente, como una idea lógica). Frege y Russell propusieron una definición de número y de otros conceptos aritméticos elementales partiendo de la idea primitiva de conjunto y de la equivalencia entre conjuntos (correspondencia biunívoca entre sus elementos, de modo que a cada elemento de un conjunto corresponde uno y sólo uno del otro).

Estos autores conciben la lógica-matemática como una ciencia de verdades objetivas y eternas, no como una reflexión sobre nuestros procedimientos cognoscitivos. Por eso su posición suele ser considerada como una forma de «platonismo» que de algún modo transforma la matemática en una ontología formal.

25. Cfr. G. FREGE, *Die Grundgesetze der Arithmetik,* Pohle, Jena 1893; B. RUSSELL y A.N. WHITEHEAD, *Principia mathematica,* Cambridge 1910-1913.

26. Cfr. G. PEANO, *Arithmeticas principia,* Torino 1889, y *Formulaire de mathématiques,* Turín 1895-1905.

II. *Formalismo* (Hilbert)[27]. La teoría de conjuntos atravesó por una grave crisis con la aparición de las paradojas de los conjuntos y otras semejantes, que parecían poner en peligro los trabajos teóricos de Frege y Russell. Las soluciones propuestas pusieron el acento en la axiomatización de la lógica-matemática[28]. Comienza así una nueva escuela llamada «formalismo», en la que se desarrolla la matemática con el objeto de fundar sólidamente las teorías matemáticas, demostrando su *consistencia* o no-contradicción interna, su *completitud* (demostrabilidad de todas las fórmulas válidas en el interior de una teoría) y su *decidibilidad* (existencia de mecanismos efectivos para probar o refutar las fórmulas del sistema). Esta orientación está representada especialmente por Hilbert, cuyo «programa» entre los años 20 y 30 era conseguir pruebas de consistencia, completitud y decidibilidad de los sistemas lógico-matemáticos. Se conseguiría así una auto-fundación de la matemática con recursos exclusivamente formales e internos, sin apelar a principios externos e «intuitivos».

El formalismo hilbertiano admitía la teoría de conjuntos, pero se apartaba del «platonismo» logicista. Más bien se aproximaba al nominalismo, pues reducía los entes matemáticos a un lenguaje convencional de signos y reglas de uso, en los que simplemente se debía evitar la contradicción.

La corriente hilbertiana tropezó con serias dificultades técnicas que culminaron, por obra de los célebres «teoremas de limitación», con la denominada «crisis del formalismo». K. Gödel, el autor más importante al respecto, demostró en 1931 que la prueba de consistencia de la aritmética no podía obtenerse usando instrumentos del mismo sistema lógico que servía para expresar la aritmética (esa prueba es posible, pero no con procedimientos puramente formales). Son famosos también sus teoremas sobre la incompletitud de la aritmética y de los sistemas formales.

Uno de los problemas concretos del formalismo era, por ejemplo, el del axiona de «inducción transfinita» o de recursividad matemática, en virtud del cual una propiedad pertene-

27. Cfr. D. HILBERT, *Grundlagen der Geometrie,* Leipzig-Berlín 1894.
28. Cfr. E. AGAZZI, *Introduzione ai problemi dell'assiomatica,* Vita e Pensiero, Milán 1961.

ciente a un número y a su sucesor (n + 1), pertenece a toda la serie infinita de los números naturales[29]. Este axioma fundamental de la matemática no es demostrable con medios lógicos, ni parece tampoco meramente convencional (en realidad depende del mismo carácter recursivo del número).

III. *Intuicionismo* (Brouwer, Weyting)[30]. Esta nueva corriente de filosofía de la matemática rechaza, por una parte, el «platonismo» de la tesis logicista: los entes matemáticos no existen como objetividades ideales, sino en virtud de construcciones mentales efectuadas mediante procedimientos definidos. Precisamente por esto, los intuicionistas se oponen también a los formalistas, que confiaban la validez de un sistema matemático a la prueba de consistencia. No basta esto, mientras no se llegue a presentar un ejemplo concreto de una supuesta entidad matemática y no se indique un procedimiento para obtenerlo en un número finito de pasos. De ahí el rechazo del «infinito actual» de la teoría de conjuntos, incapaz de ser efectivamente construido ni mostrado con ejemplos.

Según el intuicionismo inicial, la matemática no es formalizable del todo y hay que confiar en ciertas intuiciones primitivas «evidentes», como por ejemplo la sucesión potencial de los números naturales. En última instancia, el intuicionismo desvaloriza el poder del axiomatismo, dando más importancia a las operaciones concretas de *prueba*. La ambigüedad de las nociones de «intuición», «prueba», etc., ha ocasionado diversas interpretaciones de esta corriente, que lo aproximan por ejemplo al aristotelismo, o al kantismo y, en formas neointuicionistas más recientes, a un cierto estilo de pragmatismo matemático (Lorenzen, Dummett)[31].

29. Cfr. W. KNEALE, *Probability and Induction,* Clarendon Press, Oxford 1963, pp. 37-43.

30. Cfr. L.E.J. BROUWER, *Zur Begründung des intuitionistischen Mathematik,* «Math. Ann.», t. XCIII (1925), pp. 244-257, t. XCV (1926), pp. 453-473, t. XCVI (1926), pp. 451-458. Poincaré es considerado un matemático pre-intuicionista.

31. Cfr. W. GONZÁLEZ, *Matemática intuicionista y lenguaje,* «Anuario filosófico», XVIII, 1985, n. 2, pp. 179-189.

Conclusiones

Las tres corrientes mencionadas no pueden hacerse corresponder exactamente con posiciones filosóficas netas (como el platonismo, nominalismo, etc.), pues contienen demasiados elementos de desigual valor. De hecho ellas se han mezclado entre sí parcialmente y sus autores han matizado mucho sus propias posiciones[32].

Hoy se continúa discutiendo sobre el infinito, sobre el valor de los axiomas, sobre el alcance de la teoría de conjuntos, o sobre la naturaleza de la verdad matemática. Las posiciones extremas de Frege y Russell, por lo general, no son aceptadas, y la crisis del formalismo se considera un hecho definitivo que ha cancelado el proyecto de reducir la matemática a la lógica o de ver en ella una construcción puramente convencional.

La matemática es una ciencia de posibilidades cuantitativas teóricas, construida en cierto nivel de abstracción. Según este criterio, podemos individuar en todas estas corrientes, no obstante sus divergencias, algunos elementos seguramente valiosos. Por ejemplo, la insistencia de Frege en que la matemática se apoya en la razón y no en intuiciones sensibles impone distinguir claramente entre la abstracción geométrica de tipo euclidiano y las demás formas más abstractas de la matemática. Es siempre válida también la idea de Frege de la matemática como ciencia de la verdad, pues el descubrimiento de las consecuencias lógicas de ciertas posibilidades es un conocimiento verdadero. La base de la aritmética en la teoría de conjuntos pone en primer plano la noción de multiplicidad, y así puede decirse que la matemática sigue siendo una ciencia de la cantidad y no una simple lógica. El axiomatismo y el rechazo del infinito actual son elementos válidos para una teoría matemática de inspiración aristotélica. El concepto constructivista de las entidades matemáticas y el recurso a cierta intuición intelectiva, por encima de los razonamientos, convenientemente explicados pueden estar en sintonía con el aristotelismo. En cualquier caso, convendrá siempre recordar

32. Cfr. H. PUTNAM, *Philosophical Papers,* Cambridge Univ. Press, Cambridge 1979, vol. 1, pp. 1-78.

que la matemática es una visión parcial y que, por consiguiente, la matematización de la física, clave del éxito de la ciencia moderna, no agota la inteligibilidad del mundo.

CAPÍTULO IV

LAS CUALIDADES CORPOREAS

Además de la cantidad, los cuerpos poseen ciertas determinaciones accidentales, como el color, la luminosidad, la temperatura, la dureza, etc., manifestadas de inmediato por los sentidos y fundamentales en cualquier descripción detallada de los seres corpóreos. El estudio de la cualidad corpórea es otro de los capítulos de la filosofía natural.

1. NOCIÓN DE CUALIDAD[1]

La experiencia nos muestra que los cuerpos son estructuras cualitativo-cuantitativas. No basta la sola cantidad para conocerlos completamente. Y no conocemos puras cantidades, sino magnitudes siempre en relación con contenidos cualitativos.

Sus características, por otra parte, son muy diferentes. Algunas cualidades están íntimamente relacionadas con la naturaleza de determinadas substancias, mientras que otras afectan a los cuerpos de modo muy secundario o variable: así, los metales poseen una elevada conductividad eléctrica, pero difieren notablemente en otras cualidades.

Mientras que la cantidad es un único accidente en cada substancia, las cualidades son múltiples. *Todo cuerpo está afectado por diversas cualidades* si bien éstas tienen un orden preciso y deben ser estudiadas a fondo para superar nuestra

1. Cfr. ARISTÓTELES, *Metafísica,* V, 14; Tomás DE AQUINO, *In Metaphys,* V, 16.

primera impresión fenomenológica de los contenidos cualitativos corpóreos.

Aspectos fundamentales

Aunque haya diversos tipos de cualidades, todas coinciden en varios aspectos, que permiten considerarlas como modalidades de un único accidente genérico (la cualidad). Las cualidades, en efeto, son:

– *modos de ser accidentales:* no se identifican con la naturaleza misma de la substancia, aunque puedan ser consecuencias necesarias suyas (propiedades);

– *accidentes intrínsecos,* que determinan el modo de ser de la substancia: no se atribuyen a la substancia como algo sólo relativo a las circunstancias externas, sino en cuanto afectan a su modo de ser;

– *determinan a la substancia en relación con su forma,* o sea, con su modo de ser actual y activo, mientras que la cantidad determina a la substancia, como vimos, en relación con su materia (de ahí que la cantidad dimensiva sea, como tal, pasiva, y no constituya un principio de operaciones). Por eso también se dan cualidades en los seres espirituales que carecen de materia.

Podemos decir, por tanto, que *la cualidad es un acto accidental intrínseco que determina a la substancia en relación con su forma.* Esto no es, obviamente una definición de la cualidad, ya que, por tratarse de uno de los géneros supremos del ser, no es posible definirla en sentido estrictro (habría que recurrir a un género más universal que abarcara a la cualidad como una de sus especies, y ese género no existe). Sin embargo, se trata de una caracterización de la cualidad suficiente para explicar su naturaleza y para diferenciarla de los otros accidentes. Desarrollemos ahora los puntos en ella contenidos.

La cualidad como accidente

Las cualidades no subsisten, sino que afectan a un sujeto substancial. No existe, por ejemplo, un peso, un color o una temperatura que no sean determinaciones de una substancia individual.

Como la forma substancial y las demás formas accidentales, la cualidad no es un ente en sentido propio *(ens quod),* sino un modo de ser del ente *(ens quo):* la substancia individual es lo que subsiste, se genera y corrompe, y es el sujeto propio de todo lo que se predica de las cosas. Si se consideran las cualidades como si fueran entes, se originan muchas confusiones, y este error puede deberse en ocasiones a que se formulan enunciados en los que las cualidades se toman como sujeto: por ejemplo, cuando se habla de que «la temperatura aumenta», «la energía se mantiene constante», «el espacio se curva», etc. Este tipo de enunciados es frecuente en las ciencias experimentales, y son correctos cuando su sujeto es una «magnitud»: la magnitud no es directamente una cualidad, sino un concepto cualitativo-cuantitativo definido de tal modo que se le pueden atribuir valores numéricos determinados (la temperatura, la energía, etc.). En otros casos, hay que interpretar correctamente los enunciados para evitar errores: por ejemplo, si se dice que «el color cambia», hay que entender que existe un sujeto substancial que cambia en relación con su color.

Las cualidades y la forma substancial

Las cualidades no se identifican con la forma substancial, ya que una substancia puede permanecer idéntica en especie aunque sufra cambios cualitativos: las cualidades son modos de ser accidentales, mientras que la forma substancial es modo de ser esencial. Sin embargo, existen cualidades que acompañan siempre a determinadas substancias, aunque no se identifiquen con su esencia; estas cualidades suelen llamarse «propiedades» de la substancia.

Hay que advertir que nuestro conocimiento de las substancias materiales es muy parcial, por lo que *es frecuente que se defina la naturaleza específica de las substancias en función de sus propiedades.* Por ejemplo, los diversos tipos de substancias químicas –elementales o compuestas–, o de minerales, se definen por algunas propiedades características que diferencian a tales substancias unas de otras. Sin embargo, es evidente que, en todos estos casos, no se da una definición de la substancia en sentido totalmente riguroso. Este tipo de definiciones es usual en las ciencias experimentales.

El cuerpo no es simplemente el conjunto de sus cualidades, pues es necesario un acto unitario –la esencia– del que proceda precisamente la armonía cualitativa de los cuerpos.

El empirismo, como sólo reconoce valor real a lo que se percibe por los sentidos, niega la existencia de la naturaleza y, así, ha de afirmar el absurdo de unas cualidades paradójicamente substancializadas; con frecuencia, el empirismo reduce incluso las cualidades a las sensaciones, lo cual conduce a posturas fenomenistas cuya consecuencia lógica es el escepticismo[2].

Tipos de cualidades

El estudio sistemático de estas diferentes clases de cualidades corresponde a las ciencias particulares. La filosofía natural no ofrece una teoría de los colores, del sonido, del calor, etc., sino que se interesa por la última caracterización de esos diversos aspectos, lo que corresponde precisamente a la categoría de la «cualidad».

Hemos ya aludido a que *algunas cualidades son específicas.* Entre éstas, hay cualidades *contingentes,* porque el sujeto puede perderlas accidentalmente (por ejemplo, algunas propiedades vitales pueden perderse en una enfermedad). *En cambio, otras cualidades son individuales,* en el sentido de que no acompañan necesariamente a todos los individuos de una especie: se deben a determinaciones individuales de la materia concreta, o son el resultado de ciertas acciones y pasiones de los cuerpos singulares, y suelen afectar a la substancia de un modo transitorio.

Así, desde el punto de vista de la química, son propiedades de los elementos químicos algunas cualidades como la valencia química, la conductividad eléctrica o calorífica, etc.,

2. Sobre el empirismo de Hume, cfr. J.M. PETIT, *El contenido racionalista del empirismo,* Ediciones de la Universidad de Barcelona, Barcelona 1978, pp. 25-82; sobre el de E. Mach, cfr. *ibid.,* pp. 143-180. Mach influyó fuertemente y de modo inmediato en el «empirismo lógico» del Círculo de Viena, que renovó en el siglo XX las viejas posturas empiristas, relacionándolas con el análisis del lenguaje científico.

mientras que no lo son otras debidas a la configuración que presentan esos elementos en estado natural, por la acción de causas externas (por ejemplo, que un diamante o un trozo de grafito –ambos combinaciones naturales de carbono puro– tengan una determinada densidad o forma geométrica).

Conviene hacer una observación crítica con relación a este tema. El hecho de que utilicemos un adjetivo para indicar una característica de los cuerpos no significa, sin más análisis, que a él corresponda una cualidad real. Los adjetivos pueden referirse a privaciones, movimientos, relaciones, acciones, y pueden ser también más o menos vagos, o incluso ficticios o simbólicos. Por ejemplo, si decimos que una persona es «sorprendente», no hay que pensar por ello que debería poseer una peculiar cualidad intrínseca como el «ser sorprendente»: nos referimos en este caso a ciertas actividades suyas que provocan sorpresa en los demás. *Sano,* con otro ejemplo, no indica una cualidad una y simple, sino un conjunto de disposiciones buenas del organismo. La determinación precisa de las cualidades exige, pues, un cuidadoso trabajo científico, con el objeto de descubrir la existencia de verdaderos actos cualitativos irreductibles a otros actos (como la cantidad, la relación, las acciones, etc.).

Notemos además que las cualidades tienen siempre una vertiente activa en los seres corpóreos, y en este sentido los cuerpos se relacionan unos con otros mediante sus cualidades; la luz, el calor, etc. ejercen una acción sobre nuestros sentidos y, más en general, sobre todos los demás cuerpos. Es ésta una consecuencia del carácter eminentemente *transeúnte* de los cuerpos, cuyas propiedades están siempre vertidas al exterior y no alcanzan a poseer esa peculiar inmanencia de las perfecciones vitales.

Algunas cualidades, llamadas generalmente «disposiciones», son realmente potencialidades activas o pasivas, en el sentido de que no son un acto como tal, sino una predisposición o «potencia» para actuar o padecer de un determinado modo en ciertas circunstancias: por ejemplo, un cuerpo es soluble porque *puede* disolverse, en el caso de que se cumplan ciertas condiciones. En la filosofía de la ciencia contemporánea se ha dado importancia a estas propiedades, pues ellas demuestran que no todo lo que existe en los cuerpos es re-

ductible a datos de observación *hic et nunc)*[3]. Las disposiciones, en efecto, existen realmente, y no pueden reducirse a sus manifestaciones fenoménicas espacio-temporales.

Cualidades fundamentales y derivadas

En un primer momento, el hombre conoce el mundo sensible basándose en lo que sus sentidos le presentan inmediatamente, y así capta las cualidades sensibles que corresponden de modo directo a cada uno de los sentidos externos (luz y color para la vista, sonido para el oído, etc.). Mediante la experiencia y la ciencia, más adelante él descubre muchas otras cualidades, propiedades, relaciones, etc. de los cuerpos (que se reflejan en los vocablos y usos lingüísticos culturales). En una determinada cultura, por ejemplo, la riqueza de vocabulario para referirse a ciertos objetos físicos denuncia un conocimiento cualitativo más preciso (así, un agricultor posee por lo general un conocimiento cualitativo del campo más rico que un hombre de ciudad).

La visión sensible cualitativa del mundo, siendo objetiva y real en los casos ordinarios, responde también al modo de conocer del hombre y en ocasiones implica cierta relación con él (relación, por otra parte, objetiva). Así, algunas clasificaciones cualitativas de las cosas se refieren a la utilidad que éstas prestan al hombre, y otras pueden ser esquemáticas y algo elementales. Por ejemplo, los antiguos consideraban qué los elementos físicos eran cuatro (agua, aire, tierra, fuego), cada uno de los cuales se caracterizaba por pares de cualidades (agua: húmeda-fría; tierra: seca-fría; etc.). No se puede negar que se referían a aspectos reales, pero es obvio que esta clasificación era demasiado esquemática. Por eso, cuando era tomada para analizar todo tipo de fenómenos, como si fuera una clasificación última, sus límites se advertían y se caía en explicaciones artificiosas (por ej., al pretender explicar todo fenómeno fisiológico en base a una combinación de esas cualidades).

3. Cfr. W. STEGMÜLLER, *Hauptströmungen der Gegenwartsphilosophie*, Kröner Verlag, Stuttgart 1965, 3.ª ed., p. 392.

Con el progreso científico, el hombre alcanza un conocimiento más objetivo de las cualidades. Unas cualidades se reducen a otras, más básicas y universales, que permiten explicar mejor los fenómenos conocidos[4]. *Reducir* no significa necesariamente negar que ciertas cualidades sean reales, sino *explicar* unos fenómenos complejos y particulares por otros más simples y universales.

La ciencia moderna continúa en esta línea «reductiva»; con ayuda de la matematización, y llega así a unificar muchos fenómenos cualitativos diversos, al verlos como manifestaciones de fuerzas y propiedades fundamentales (por ej., la luz y la electricidad pertenecen al ámbito de las fuerzas electromagnéticas). Actualmente se habla, en este sentido, de ciertas «fuerzas fundamentales» de la naturaleza (gravitatoria, electromagnética, fuerte, débil). Esto no impide que, con el avance de la ciencia, quizá en el futuro puedan descubrirse propiedades aún más básicas.

2. La objetividad de las cualidades sensibles[5]

Como hemos dicho, las primeras cualidades corpóreas que conocemos nos vienen dadas por el conocimiento sensible. Cada sentido externo tiene por objeto formal un ámbito de cualidades («sensibles propios»), y entre todos o algunos captan también aspectos cuantitativos de los cuerpos, o ligados a ellos («sensibles comunes»: dimensiones, número, movimiento, etc.). La percepción completa y unitaria es cualitativo-cuantitativa (captamos cuperficies coloreadas, objetos resistentes y extensos, etc.). El conocimiento sensible implica una información, objetiva en principio, sobre estados o eventos del mundo físico, aunque a la vez, en algunos sentidos al menos, añade una peculiar sensibilidad de los estados del pro-

4. Así procedieron también los antiguos, pues esos cuatro pares de cualidades básicas eran para ellos el último término reductivo de una multitud de cualidades que presentaba el conocimiento ordinario, en apariencia sin relación mutua.

5. Estos temas están tratados, bajo diversas perspectivas, en R. Masi, *Cosmologia,* cit., pp. 501-538; F. Selvaggi, *Cosmologia,* cit., pp. 154-182; C. Fabro, *Percepción y pensamiento,* EUNSA, Pamplona 1978, pp. 437-450.

pio cuerpo (así, captar el frío del ambiente externo implica padecer frío en el propio cuerpo). En los sentidos superiores (vista y oído), aunque la sensación se produce siempre por medio de una inmutación física del órgano sensorial, prevalece el aspecto objetivo (ver un color no supone teñirse de color).

De todos modos, el cuadro del mundo material presentado por los sentidos, aun suponiendo su normal funcionamiento, no es sin más tal como es el mundo en sí mismo. Sólo una percepción completa e integrativa, unida a juicios intelectuales, llega parcialmente a discernir lo que es real de lo que responde a nuestro modo de conocer. Hay «datos» sensibles que, tomados aisladamente, son ambiguos. Respecto de los sensibles comunes, esto es más frecuente: por el hecho de que el sol parece moverse, no se prueba que realmente se mueve; el tamaño varía según la posición del observador. En los sensibles propios ocurre algo parecido: el color de las cosas puede ser efecto, a veces, de un medio imperceptible interpuesto, o de otros fenómenos de diversa índole.

Tres posiciones

Ante estas dificultades, tres posturas se han dado históricamente:

I. *Subjetivismo.* Es la tesis según la cual el conocimiento sensible sería completamente subjetivo. No vemos las cosas como son, sino como se presentan a nuestros sentidos. Esta posición ha sido frecuente, en otros tiempos, entre científicos que, alentados por el método matemático y por la mecánica, pretendieron superar el «antropomorfismo» de las cualidades sensibles. En la Edad Moderna (Galileo, Locke) los aspectos mecánico-cuantitativos de los cuerpos fueron llamados «cualidades primarias», y las cualidades sensibles recibieron el nombre de «cualidades secundarias». Estas últimas, a los ojos de algunos científicos de la ciencia moderna clásica, serían subjetivas. La única imagen objetiva del mundo procedería de la descripción matemática, y la cualidad sería tan sólo la impresión dejada por las cosas en el órgano sensorial. Con la crisis actual del mecanicismo, esta postura encuentra menos justificación: los fenómenos físicos no se explican adecuadamente por medio del corpuscularismo mecánico.

II. *Percepcionismo.* Antes del advenimiento de la ciencia moderna, había menos motivos sistemáticos para pensar que las cualidades sentidas fueran algo diversas de las cualidades reales. La tendencia general de los escolásticos era pensar que la cualidad sentida era, sin más, idéntica a la cualidad física: si vemos colores, es que las cosas tienen tales colores reales. Sin embargo, a la hora de ciertos análisis concretos, no se pensaba siempre del mismo modo (por ejemplo, Aristóteles explica que el sonido es el efecto producido en los oídos por vibraciones del aire). Algunos autores escolásticos modernos han seguido esta opinión, llamada «percepcionismo», aunque con matices (por ej. De Tonquedec, Morandini, Masi, etc.).

III. *Interpretacionismo.* Es la opinión más generaliza entre autores tomistas actuales (Hoenen, Ven Hagens, Aubert, Fabro, etc.), y en cierto modo es paralela a la tesis del realismo moderado relativa a otras cuestiones gnoseológicas. Las cualidades sensibles corresponden *proporcionalmente* al mundo físico: la sensación es el efecto de una cualidad que opera sobre los órganos sensoriales, y por tanto a ella corresponde, normalmente, un aspecto objetivo de las cosas; pero ese aspecto no es, sin más análisis, tal como se siente, sino que es necesario dar una «interpretación» del dato sensible, muchas veces con ayuda de la ciencia. Por otra parte, en la misma percepción sensible realizamos inconscientemente, muchas veces, interpretaciones de este género: vemos una imagen de alguien en una pantalla, en blanco y negro o en colores, en una foto o incluso en un negativo, y sabemos perfectamente de quién se trata, y nos damos cuenta de lo que pertenece a la foto y lo que corresponde a la realidad. Sabemos, en una palabra, *interpretar* correctamente signos y datos que nos llegan de la realidad.

Precisamente gracias a estos esfuerzos interpretativos, con ayuda de la analogía y de instrumentos de observación o de medida, y basándose en los aspectos cuantitativos de las cualidades, *el hombre puede conocer cualidades mucho más allá del alcance limitado de sus sentidos.* En concreto: a) las cualidades sensibles para el hombre lo son sólo dentro de ciertos márgenes de intensidad y bajo ciertas condiciones, de acuerdo con la proporción al órgano sensorial correspondiente; gracias a la medida indirecta de las cualidades, se pueden captar y

estudiar las que se salen de estos márgenes; b) otras cualidades, en cambio no son captables directamente por el hombre en ningún sentido (por ej., el magnetismo, la gravitación), sino indirectamente, en sus efectos. A veces estas propiedades pueden constituir una hipótesis explicativa de fenómenos observables[6].

Cantidad y cualidad

En el conocimiento objetivo de las cualidades desempeña un papel importante el conocimiento de la cantidad a ellas asociada. Esta sirve a veces de «trampolín» para estudiar mejor las cualidades. Por eso consideraremos ahora las relaciones entre la cantidad y la cualidad, y luego el tema de la mensuración de las cualidades.

Como ya vimos, la cantidad es el primer accidente de la substancia corpórea, debido a que la determina en razón de la materia, que es el sujeto potencial último en el que se dan todos los actos –modos de ser– de la substancia material; también por ese motivo, los demás accidentes inhieren en la substancia corpórea a través de la cantidad. Esto es fácil de advertir: por ejemplo, el color de un cuerpo le afecta precisamente en sus dimensiones concretas y nunca fuera de ellas; y lo mismo se debe decir de la temperatura, de la densidad y, en general de todas las cualidades.

Toda cualidad corpórea está «recibida» en una cantidad

Al mismo tiempo, toda cantidad de un cuerpo está siempre afectada por cualidades (una pura extensión sin ninguna formalidad cualitativa parece más un ser de razón que un verdadero cuerpo). La cantidad y las cualidades son dos accidentes propios de todo cuerpo que siempre se acompañan inseparablemente: no se da ningún cuerpo, realmente, ni ninguna de sus partes, sin estas dos propiedades. Por analogía, se podría decir que la cualidad es a la cantidad como lo formal es

6. Los objetos físicos relacionados con estas hipótesis suelen denominarse «entidades inobservables». Nada tienen que ver con las «cualidades ocultas», término aplicado peyorativamente a cualidades hipotéticas gratuitas, que esconden la propia ignorancia.

a lo material, o como lo actual a lo potencial. La cualidad es recibida y «limitada» en las dimensiones corpóreas, y a través de ellas inhiere en la substancia.

Se explica, pues, que el conocimiento de las cualidades corpóreas suponga siempre un conocimiento cuantitativo: como esas cualidades se dan junto con estructuras cuantitativas, su conocimiento irá siempre acompañado por fenómenos cuantitativos. Así la percepción de un color está condicionada por el impacto de las radiaciones electromagnéticas sobre el ojo, y se trata de un fenómeno cuantitativamente determinado. Y, en general, los cambios cualitativos van precedidos y preparados por cambios cuantitativos.

Sin embargo, no se puede reducir el ser cualitativo al cuantitativo. El mecanicismo reduce la cualidad a una sensación subjetiva que acompaña a ciertos procesos materiales, y los cuerpos a la cantidad, pretendiendo explicar toda la realidad mediante el movimiento local de la materia extensa y las propiedades meramente cuantitativas. Pero *el mundo del mecanicismo sería inobservable,* ya que todo nuestro conocimiento de la realidad se basa en las cualidades reales de las substancias; lo puramente cuantitativo es abstracto, pues se encuentra separado de la materia real pero por eso mismo no es objeto de percepción sensible.

> Las explicaciones corpusculares de la física moderna especialmente en la teoría cuántica, no se oponen a la existencia de cualidades. Ciertamente con esas explicaciones muchas cualidades sensibles son mejor analizadas (por ej., el calor responde a movimientos moleculares). Pero no todo es reductible a entidad corpuscular y en esas teorías aparecen ulteriores cualidades corpóreas. Recuérdese que los modelos mecánicos son simplificaciones destinadas a una más fácil compresión de fenómenos complejos [7].

Como las cualidades corpóreas tienen un substrato cuantitativo, pueden encontrarse procedimientos para medir de algún modo su intensidad. El progreso de las ciencias experimentales se debe, en buena parte, a este tipo de procedimien-

7. Cfr. P. HOENEN, *Filosofia della natura inorganica,* La Scuola, Brescia 1948, pp. 148-168.

tos. Consideraremos a continuación este tema que, a la vez que permite conocer mejor qué son las cualidades, ayuda a comprender la naturaleza del método científico-experimental.

3. LOS GRADOS DE LAS CUALIDADES Y SU MEDIDA

La intensidad de las cualidades

Los grados de las cualidades se refieren a su mayor o menor *intensidad.* Puede hablarse, en efecto, de una «cantidad intensiva» de las cualidades, de modo análogo a la «cantidad dimensiva» de los aspectos estrictamente cuantitativos de los cuerpos. Así como un cuerpo tiene un tamaño con unas determinadas dimensiones, tiene también una mayor o menor blancura, dureza, etc. En este sentido pueden también variar por *alteración cualitativa* (intensificación o debilitamiento).

La intensidad de las cualidades puede considerarse *en sí misma,* como el grado en que un sujeto tiene una cualidad (por ej., más o menos temperatura), o bien puede considerarse *en sus efectos,* si varían según la intensidad de la cualidad que los produce (por ej., la temperatura más alta produce una dilitación en los cuerpos). Pero propiamente la «cantidad intensiva» no es divisible ni, por tanto, directamente mensurable, ya que carece de partes extensas y su aumento no es aditivo (por mucho que aumentemos la cantidad de vino, no mejora su cualidad). Sólo cabe, como veremos, una medida indirecta de las cualidades.

La medición indirecta de las cualidades

Al considerar las relaciones entre la cantidad y las cualidades, se ha señalado que toda cualidad determina a la substancia a través de la cantidad. Precisamente, al ser las cualidades corpóreas «recibidas» en ciertas dimensiones cuantitativas, se puede decir que *per accidens* poseen una cantidad dimensional: es decir, ésta no les corresponde por su propia naturaleza cualitativa *(per se),* sino porque se ven afectadas por ella.

Consiguientemente, las cualidades corpóreas participan también *per accidens* de las propiedades cuantitativas: concre-

tamente, se les puede atribuir de algún modo «partes» cuantitativas. Bajo este respecto, las cualidades corpóreas pueden ser objeto de medición, si bien *indirecta:* si existe un procedimiento para atribuirles partes numerables, se puede tomar alguna de esas partes como unidad, y así se puede llegar a medirlas.

Un modo de hacerlo es la asignación de números ordinales a algunos de sus grados más característicos, determinados en base a modelos, descripciones u otros procedimientos (así se mide, por ej., la intensidad de los terremotos, o la luminosidad de las estrellas). Pueden medirse también los efectos cuantitativos de la cualidad (por ej., la tempertatura es medida por su efecto de dilatación en el mercurio).

La medición de las cualidades es el fundamento de la aplicación de las matemáticas al estudio de las propiedades cualitativas de los cuerpos. Las ciencias físico-matemáticas se basan, en buena parte, sobre la medida indirecta de las cualidades: como estas ciencias buscan un conocimiento de la realidad que permita la utilización de conceptos cuantitativos, y teniendo en cuenta que nuestro conocimiento de los cuerpos tiene lugar a través de sus cualidades, se advierte fácilmente que en la base del conocimiento físico-matemático se encontrarán enunciados en los que el aspectro cualitativo está relacionado con el cuantitativo.

Por ejemplo, las teorías científica sobre los fenómenos relacionados con el calor en último término se han de apoyar –para poder emplear el cálculo matemático– sobre conceptos y enunciados en los que se formulen relaciones cuantitativas acerca de los fenómenos que se estudian. Como las manifestaciones de esos fenómenos son cualitativas –por ejemplo, los efectos de las variaciones de temperatura sobre otras cualidades de un cuerpo, o sobre los cuerpos circundantes–, se han de definir algunas magnitudes básicas que relacionen lo cualitativo y lo cuantitativo, por ejemplo, la «temperatura», «el calor específico», etc. Una vez definidas esas magnitudes, los fenómenos cualitativos observados en la experimentación podrán ser formulados en términos cuantitativos, como ecuaciones que relacionan los cambios de temperatura con otros cambios de diversas propiedades de los cuerpos.

4. La físico-matemática

Una vez estudiada la cantidad y la cualidad, consideraremos algunos puntos sobre la naturaleza de la ciencia física en los que se opera una peculiar síntesis entre los conocimientos cualitativos de la naturaleza y el pensamiento matemático. De este modo podremos comprender mejor la diferencia entre el planteamiento filosófico y el científico-experimental acerca del mundo físico, y cómo al mismo tiempo hay entre ambos una convergencia teorética.

Las matemáticas y la medición de los fenómenos[8]

No faltaron, desde la antigüedad, quienes afirmaban la importancia de la utilización de las matemáticas para el estudio científico de la naturaleza. Sin embargo, este uso sólo se generalizó a partir de los siglos XVI y XVII, siendo uno de los factores principales que contribuyeron al desarrollo de las ciencias modernas.

La combinación de las matemáticas y la experimentación permite obtener medidas y relacionarlas entre sí. De este modo, se consigue formular relaciones precisas entre determinadas magnitudes, hacer cálculos para obtener unas relaciones a partir de otras, establecer previsiones acerca de lo que sucederá en determinadas condiciones, y comprobar la exactitud de esas relaciones y previsiones. Es fácil advertir que las ciencias experimentales deben su exactitud y su progreso, en buena parte, a los rasgos que se acaban de señalar.

> El avance en el conocimiento de las leyes físicas que regulan el movimiento de los cuerpos, a partir de la formulación por Newton de su teoría de la gravitación universal, fue posible gracias a la utilización de teorías matemáticas que permitieron formular hipótesis, realizar cálculos y comparar los resultados teóricos con las medidas obtenidas experimentalmente. Newton desarrolló con este objeto nue-

8. Entre la abundante bibliografía sobre estos temas, cfr. E. Simard, *Naturaleza y alcance del método científico*, Gredos, Madrid 1961; y un estudio histórico-crítico de gran interés en: S.L. Jaki, *The Relevance of Physics*, The Univ. Chicago Press, Chicago 1966.

vas teorías matemáticas (el cálculo diferencial). Algo semejante ha seguido ocurriendo hasta ahora. Por ejemplo, el conocimiento de la estructura interna de los átomos se basa, en gran parte, en la comparación de complicados cálculos matemáticos con las medidas obtenidas mediante el estudio experimental de los espectros de los átomos.

Las magnitudes

La integración de las matemáticas y la experimentación es posible gracias a la utilización, en las ciencias experimentales, de conceptos que permiten establecer una relación entre ambas, y que se llaman «magnitudes».

Una magnitud, en sentido científico-experimental, es un concepto que se define de tal manera que puede someterse a tratamiento matemático, y al que se pueden asignar valores cuantitativos en relación con los resultados de la experimentación. Tales son, por ejemplo, los conceptos científicos de «masa», «aceleración», «intensidad del campo eléctrico», «entropía», «potencial de ionización» y muchos otros.

Existen magnitudes científicas de muy diversos tipos. Entre ellas, es importante señalar que algunas magnitudes tienen relación directa con los resultados experimentales, ya que se pueden obtener sus valores mediante cálculos sencillos a partir de los experimentos y, en muchos casos, existen aparatos que proporcionan esos valores; esto sucede, por ejemplo, con la intensidad o el voltaje de una corriente eléctrica. Otras, en cambio, tienen una relación más indirecta con la experimentación, pues se definen mediante operaciones matemáticas que relacionan diversas magnitudes de un modo abstracto (por ejemplo, la entropía).

La anterior distinción nos introduce en un tema importante para comprender *el significado real de las magnitudes.* Para aclarar esta cuestión, se ha de considerar cómo se definen y se utilizan las magnitudes en las ciencias experimentales [9].

9. Según el *operacionalismo,* la definición de las magnitudes equivale a describir los procedimientos empleados para medirlas, y ahí se agota su significado. Defendido originalmente por P.W. Bridgman *(The Logic of modern Physics,* Mac Millan, Nueva York 1927), se encuentra en autores como J. Ullmo *(El pensamiento científico moderno,* Taurus, Madrid 1959, pp. 21-48)

Algunas magnitudes se relacionan con propiedades y conceptos de la experiencia ordinaria, al menos inicialmente (la masa, la fuerza, la energía, etc.), mientras que otras se originan de teorías científicas lejanas a la experiencia ordinaria. Pero, en cualquier caso, *la definición y utilización de cada magnitud tiene lugar en el ámbito de teorías específicas, mediante formulaciones matemáticas también específicas, y en relación con experimentos concretos.* Por lo tanto, para interpretar el significado real de una magnitud, es imprescindible tener en cuenta todos esos datos. Es comprensible que se intente dar explicaciones «intuitivas» de los conceptos científicos, tanto par interpretar los resultados de las ciencias, como para divulgarlos, pero se debe evitar una explicación que no tenga en cuenta el significado verdadero de cada magnitud en las ciencias: de lo contrario, el resultado será necesariamente erróneo o, al menos, confuso.

Consideremos, como ilustración de lo dicho, la «transformación entre la materia y la energía», de la que frecuentemente se extraen conclusiones pseudo-científicas acerca del origen y la naturaleza del universo, o del valor del concepto de «substancia», etc. En realidad, las afirmaciones propiamente científicas sobre este tema enuncian relaciones cuantitativas, entre la magnitud «masa» y la magnitud «energía», y ambas magnitudes se definen de modo concreto en el ámbito de teorías físicas determinadas, de acuerdo con ciertas formulaciones matemáticas y técnicas experimentales: hay, en las diversas teorías físicas, diferentes definiciones de las magnitudes «masa» y «energía», según el tipo de problemas que se considere. Por tanto, afirmar como un dato científico que la «materia» se transforma en «energía» y viceversa, aplicando esos conceptos a la realidad de un modo intuitivo y vago (por ejemplo, como si la «materia» fuese todo lo que tiene consistencia corpórea y

y F. Renoirte *(Elementos de crítica de las ciencias y Cosmología,* Gredos, Madrid 1968, pp. 123-138). Pero el operacionalismo es insostenible: cualquier medición exige que se tenga un cierto concepto de la magnitud que se mide (longitud, tiempo, etc.), y ese concepto no puede reducirse a los procedimientos de medición.

la «energía» fuese algo incorpóreo y difuso), es simplemente un error[10].

En definitiva, *las magnitudes permiten relacionar los aspectos cuantitativos de la realidad con su estudio científico-experimental.* Pero se ha de tener presente que *para determinar el significado real de las magnitudes, se ha de tomar como base su definición y utilización específicas en las correspondientes teorías científicas,* distinguiendo las afirmaciones científicamente comprobadas de las que en realidad sólo son extrapolaciones pseudocientíficas [11].

Las leyes científicas, en este sentido, enuncian relaciones entre magnitudes. Existen tipos diversos de leyes científicas, ya que hay muy diferentes tipos de magnitudes, y también son muy variadas las relaciones posibles que se pueden establecer entre ellas.

Por ejemplo, la ley de la caída libre de los cuerpos puede comprobarse de modo directo mediante la experimentación y las medidas oportunas; siempre, como en toda ley científica, dentro de ciertos márgenes de aproximación. La «ley de los gases ideales» supone, por definición, que ningún gas real es del tipo descrito por la teoría en que se apoya. Los «principios de la termodinámica» expresan enunciados muy generales que, más que leyes experimentales, son punto de partida para deducir muchas leyes concretas.

El alcance del método físico-matemático

Las ciencias experimentales utilizan las matemáticas en grados diversos, según el tipo de problemas que estudien en cada caso: son diferentes, por ejemplo, los enfoques de los problemas físicos y los de muchas cuestiones de la biología.

10. Estas consideraciones ayudan a profundizar en lo que, acerca del mismo tema, se ha expuesto en la parte primera, capítulo II, apartado 7.

11. Nuestras reflexiones nada tienen que ver con el operacionalismo o con posturas positivistas que consideran las ciencias como meros instrumentos para prever y dominar los fenómenos naturales; solamente se hace notar que las «imágenes científicas» de la realidad han de elaborarse valorando objetivamente el verdadero alcance de las conclusiones científicas.

Las consideraciones anteriores se aplican a esas ciencias en la medida en que utilizan conceptos y métodos matemáticos; por eso, hablaremos ahora en general del sentido del «método físico-matemático».

Como el ser cuantitativo es un aspecto real de las substancias, y manifiesta su modo de ser, *las magnitudes científicas llevan al conocimiento de las propiedades y de la naturaleza de los cuerpos.* Como ya se ha señalado anteriormente, el conocimiento físico-matemático no queda reducido a lo fenoménico, los aspectos cuantitativos de la realidad –que son los expresados directamente por las ciencias físico-matemáticas– conducen al conocimiento de muchas entidades, propiedades y relaciones que se dan en el ámbito material, debido a la conexión entre esos aspectos cuantitativos y los demás aspectos de la realidad corpórea.

Por otra parte, *sería erróneo reducir nuestro conocimiento de la realidad al proporcionado por las ciencias físico-matemáticas.* Evidentemente, el conocimiento que se consigue con ayuda de las matemáticas se puede someter fácilmente a demostración y al control experimental; esa es la base sobre la cual algunas posturas cientificistas afirman que ese conocimiento es el único válido o, al menos, el modelo que debe imitar toda ciencia, incluida la filosofía [12]. Pero hay que tener presente que:

– los aspectos cuantitativos se nos manifiestan a través de las cualidades sensibles; por tanto, si no se admite el valor del conocimiento de las cualidades, queda sin fundamento el conocimiento físico-matemático;

– si se niega el valor del conocimiento –tanto del ordinario como del filosófico– de la substancia y de los accidentes, el ser cuantitativo queda reducido a una colección de datos ininteligibles: en efecto, los datos cuantitativos sólo tienen sentido si se refieren a las substancias y a sus propiedades;

12. El cientificismo conduce inevitablemente a contradicciones. Por ejemplo, M. Bunge afirma que todo problema sobre el conocimiento debe plantearse de acuerdo con el método científico hipotético-deductivo (cfr. *La investigación científica,* Ariel, Barcelona 1976, pp. 25-27 y 243-244), pero luego ha de advertir que así no puede alcanzarse más que una «verdad» basada sobre supuestos pragmáticos y convencionales (cfr. *ibid.*, pp. 306 y 869), lo cual contradice su afirmación inicial de que la superioridad de la ciencia reside en su capacidad de probar su pretensión de verdad (cfr. *ibid.*, p. 46).

– la cantidad afecta a la substancia en razón de la materia y, por eso, cuanto más material es un ente, más determinado se encuentra por la cantidd. La facilidad para someter a control los aspectos cuantitativos depende de la necesidad real del comportamiento de lo material. Por tanto, si se considera la físico-matemática como el modelo de todo conocimiento, se está reduciendo la realidad a sus aspectos más materiales e imperfectos.

Vemos, pues, cómo *la consideración filosófica de la cantidad y la cualidad permite evitar los errores pseudo-científicos que se basan en una extrapolacián injustificada del método de las ciencias físico-matemáticas.* La filosofía natural, mediante el estudio de la naturaleza de la cantidad y de las relaciones entre la cantidad, los demás accidentes y la substancia, permite determinar el valor del conocimiento físico-matemático, relacionándolo con el conocimiento espontáneo y filosófico de la realidad. De este modo, se evitan los errores de los reduccionismos cientificistas.

A la vez, se evitan otros errores de signo contrario: los de quienes, para oponerse a las posturas cientificistas y defender el valor de la filosofía, reducen el alcance del conocimiento físico-matemático al ámbito puramente fenoménico [13]. El camino para evitar los excesos del cientificismo no es limitar de modo antinatural el valor de las ciencias; este tipo de posturas proporciona una imagen de las ciencias que no corresponde a la realidad, y sólo consigue perpetuar equívocos y polémicas estériles.

En definitiva, los métodos físico-matemáticos conducen a un verdadero conocimiento de la realidad, que no se reduce sólo a aspectos fenoménicos, sino que llega a muchas entidades materiales –cuerpos, propiedades, estructuras, etc.–, que no se alcanzarían por otros procedimientos: estos métodos hacen avanzar en gran medida nuestro conocimiento de las substancias corpóreas, de sus propiedades, de su causalidad, de su estructura física y de su naturaleza específica. Y estos

13. Es el caso, p. ej., de P. Duhem *(La théorie physique,* Rivière, París 1914), quien pensó que de este modo dejaba libre el camino de la filosofía frente a los excesos positivistas. Una postura en esa línea es la de J. Daujat *(L'oeuvre de l'intelligence en Physique,* cit. y *Physique moderne et Philosophie traditionnelle,* cit.).

conocimientos se encuentran íntimamente relacionados con el saber espontáneo y con el filosófico; existe una armonía entre ellos: no se excluyen, sino que se complementan; en cierta medida, cada uno necesita de los otros, aunque, dentro de ciertos límites, posean una autonomía propia.

Cualidades y magnitudes

Para concretar más aún esta cuestión, es conveniente ahora examinar qué relaciones existen entre las cualidades reales y las magnitudes científico-experimentales.

Las magnitudes científicas, como hemos dicho, se definen en relación con los experimentos, de manera que, según los resultados de los experimentos concretos, se les atribuye un valor determinado. Teniendo en cuenta que la experimentación supone realizar un conjunto de «operaciones», se concluye que las magnitudes científicas tienen una «definición operativa u operacional».

La definición operativa de una magnitud supone tener una cierta idea acerca de algunas cualidades reales y de sus efectos. Por ejemplo, no se podría dar ninguna definición operativa de la masa, la temperatura, la densidad, el índice de refracción, la intensidad del campo eléctrico, las fuerzas correspondientes a las interacciones nucleares débiles, etc., si no se tuviera una determinada concepción de las cualidades materiales a las que responden esas magnitudes.

El «operacionalismo», como hemos dicho, es una doctrina exagerada según la cual el significado de una magnitud científica se agota en la enumeración de los procedimientos experimentales en los que ella es precisada. Pero esto es imposible. Si se describen, por ejemplo, los procedimientos para medir la temperatura, prescindiendo de las propiedades reales de los cuerpos que intervienen en ellos, tendríamos solamente un conjunto de datos sin significado científico y totalmente inútiles, así como sería inútil y sin significado científico limitarse a decir que, cuando se realizan ciertas operaciones, la señal de un aparato marca tal o cual número: con datos de este tipo, nunca se podría hablar de la temperatura real de un sistema material.

En las definiciones de las magnitudes científicas intervienen los conceptos que nos formamos acerca de las cualidades reales y de sus efectos, y se llega a tales definiciones a través de los procedimientos de medición indirecta de las cualidades. Recuérdese además que no todas las mgnitudes científicas están igualmente relacionadas con la experiencia: hay magnitudes derivadas o instrumentales, que tienen poca o ninguna relación directa con la experiencia. Esas magnitudes derivadas se definen con base en otras magnitudes más primarias, a través de las cuales siempre tienen una relación –aunque sea indirecta– con las cualidades observables.

La ciencia experimental y la realidad de las cualidades

Las consideraciones anteriores permiten salir al paso de una objeción frecuente, según la cual el conocimiento científico supondría la negación del valor del conocimiento ordinario basado en las cualidades observables. El valor de la experiencia ordinaria –y de toda la filosofía edificada sobre ella– se vendría abajo, ya que las ciencias mostrarían que la realidad es muy diferente de lo que en esa experiencia se manifiesta. Por ejemplo, el color quedaría reducido a los efectos que determinadas radiaciones electromagnéticas producen sobre el órgano material de la vista, y, en general, las propiedades observables de los cuerpos no serían más que impresiones subjetivas producidas por los fenómenos objetivos –movimientos de átomos, etc.–, estudiados por las ciencias[14].

Acerca de este problema, hemos sugerido la solución «interpretacionista». Además, cuanto hemos considerado acerca de la cantidad y las cualidades permite afirmar que, si no se admite la realidad de las cualidades, la misma ciencia experimental sería imposible, ya que el conocimiento científico-ex-

14. G. Bachelard sostiene que la ciencia experimental crea una «nueva ontología» en la cual, lo «dado» en la experiencia viene sustituido por lo «trabajado» mediante el método científico (cfr. *Le matérialisme rationnel*, P.U.F., París 1963, pp. 109 y 197); el realismo científico, según Bachelard, es una función filosófica que constituye la realidad objetiva, única, fáctica, histórica y progresiva (cfr. *ibid.*, pp. 115 y 141). Pero sin la ontología de lo «dado», no tiene sentido el realismo científico: no se trata de dos aspectos antagónicos, sino complementarios.

perimental se basa sobre el valor cualitativo de la experiencia ordinaria críticamente asumida.

Sin duda, produndizar en la determinación de la naturaleza de cada cualidad supone estudios pormenorizados, en los que se habrá de contar con los datos proporcionados por las ciencias. Pero los mismos datos científicos se obtienen admitiendo que los cuerpos poseen cualidades reales que nosotros captamos de modo objetivo, aunque en relación a nuestro modo de percibirlas.

5. Naturaleza de las teorías científicas

Estamos ahora en condiciones de comprender mejor las características de las teorías científicas, que definen la naturaleza de la ciencias experimentales modernas y de sus métodos. El núcleo de la ciencia natural moderna consiste, como hemos visto, en la matematización de un mundo fenoménico cualitativamente determinado. La visión científica es una visión parcial, pero al mismo tiempo objetiva. Ella contiene algunos elementos lógicos, que proceden del modo humano de conocer las cosas, pero a la vez constituye un verdadero conocimiento de la realidad.

Veamos ahora tres aspectos íntimamente relacionados con la índole epistemológica de las teorías científicas: la naturaleza de los datos experimentales usados por las teorías; las relaciones entre la teoría y la realidad; el valor cognoscitivo de las teorías. Si bien estos temas corresponden más propiamente a la filosofía de la ciencia, aquí tan sólo veremos un mínimo que nos permita entender el modo en que la física es un conocimiento de la naturaleza[15].

Los datos experimentales

La función de los datos experimentales en la ciencia positiva es diversa, según el tipo de objetos que se consideren, y lo mismo debe decirse de las construcciones matemáticas que intervienen en la racionalización de esos datos. En algu-

15. Cfr. para este tema, E. AGAZZI, *Temas y problemas de filosofía de la física,* Herder, Barcelona 1978.

nos casos, las propiedades cualitativas directamente observables son fundamentales, y las matemáticas se utilizan como un mero instrumento de cálculo y de deducción. Otras veces, las formulaciones matemáticas desempeñan un papel esencial, no sólo auxiliar, para el planteamiento y la solución de los problemas, ya que los datos de la experimentación sólo proporcionan indicaciones parciales para orientar el trabajo teórico.

Por ejemplo, si la cuestión planteada es determinar el número de «lunas» del planeta Saturno, serán decisivos los datos de la observación mediante telescopios y naves espaciales. En cambio, si se intenta determinar la existencia y naturaleza de nuevas partículas «elementales» dentro del núcleo de los átomos, los datos experimentales ofrecerán solamente indicaciones que ayudarán a la construcción de «modelos» acerca de esas entidades que no pueden observarse directamente.

Las relaciones entre el método experimental y los aspectos cualitativos y cuantitativos de la realidad dependen, pues, en buena parte, de que una teoría científica concreta trate acerca de entidades observables (directamente o a través de instrumentos) o acerca de entidades inobservables (al menos, por el momento):

a) si se estudian *entidades observables,* el aspecto cualitativo desempeña una función esencial, ya que observamos los entes materiales a través de sus cualidades. La base cuantitativa tendrá una función más o menos importante, según el tipo de cuestiones que se planteen y las posibilidades de obtener una medida de las cualidades observadas;

b) si se estudian *propiedades inobservables,* el tipo de consideraciones que prevalezca dependerá del tipo de efectos que se atribuyan a esas propiedades; en todo caso, ordinariamente se darán formulaciones teóricas en las que la matemática desempeñará un papel fundamental y los datos experimentales proporcionarán una orientación parcial para el desarrollo de la investigación[16].

16. Cfr. J.J. SANGUINETI, *Scienza: al di là dell'osservabile,* Atti Congresso ventennio del Conc. Vat. II, Pont. Univ. Urbaniana, Roma 1985, vol. III, pp. 781-790.

Diversos tipos de teorías científicas

En líneas generales, las teorías científicas son sistemas de enunciados lógicamente relacionados propuestos como explicaciones de grupos de fenómenos de la naturaleza. Hay teorías de tipos muy diferentes, según el grado de conocimiento comprobado que se posee sobre el tema de que tratan, la naturaleza de los principios básicos en que se apoyan, el modo de sistematización utilizado, etc. En general, es difícil afirmar que un sistema teórico complejo –como la teoría de la relatividad, o la mecánica cuántica– es integralmente verdadero o falso, ya que, junto con leyes experimentalmente comprobables, esos sistemas suelen contener múltiples suposiciones y desarrollos, tanto matemáticos como experimentales, que no admiten una valoración simple de conjunto.

Algunos han tomado pie de esta situación para afirmar que todo el conocimiento científico es hipotético o conjetural; esta es la postura de Karl Popper, que ha influido mucho en la filosofía moderna de la ciencia[17]. Aunque efectivamente los grandes sistemas teóricos suelen ser hipotéticos –al menos en parte–, muchas afirmaciones concretas de las ciencias pueden ser comprobadas con certeza o con suficiente seguridad: por ejemplo, la existencia de ciertas entidades, propiedades y relaciones del mundo material, y muchas leyes experimentales, que se pueden afirmar como verdaderas dentro de un cierto margen de aproximación. Incluso se da el caso de que, a partir de esa apreciación errónea, se afirma que todo el conocimiento humano es conjetural. Este notable error destruye la base misma de toda verdadera filosofía y de la propia ciencia; el conjetu-

17. Sobre este aspecto de la epistemología de Popper, cfr. M. ARTIGAS, *Karl Popper: Búsqueda sin término,* Emesa, Madrid 1979, pp. 107-126, donde se analizan las raíces y consecuencias del «conjeturalismo» popperiano. Para advertir su difusión en la epistemología moderna, baste notar como ejemplo que W. Stegmüller, al discutir ampliamente los diversos enfoques de autores como Popper, T.S. Kuhn, I. Lakatos y otros, se limita a señalar de pasada –como algo admitido por todos– que todo conocimiento «empírico» tiene una naturaleza hipotética (cfr. *The Structure and Dynamics of The Theories,* Springer, Nueva York-Heidelberg-Berlín 1976, p. 83, nota 54).

ralismo se pretende apoyar en el hecho de que la ciencia experimental es el conocimiento humano más riguroso y, por tanto, si la ciencia es conjetural, con mayor motivo lo será el conocimiento ordinario y la filosofía. Este es el razonamiento de Popper y de otros autores, quienes no advierten –entre otras cosas– que la certeza y el valor realista del conocimiento humano son indispensables para que las ciencias experimentales puedan existir (la conjetura, la duda, la opinión, etc., como se estudia en gnoseología, presuponen la noción de verdad[18].

Notemos los siguientes casos:

1) *Las teorías más relacionadas con aspectos observables de la realidad llegan en muchos casos a conocer con suficiente certeza la existencia de entidades y propiedades reales,* de un modo semejante a lo que sucede con el conocimiento ordinario: a través de las cualidades reales –captadas directamente por los sentidos, o indirectamente mediante instrumentos, o a través de sus efectos–, se llega al conocimiento de las substancias materiales y de su naturaleza específica y sus propiedades, aunque sea de modo parcial y perfectible.

Este tipo de conocimiento se da, por ejemplo, en muchos capítulos de la química o de la geología: en ellos se llega a conocer la existencia de muchos tipos de substancias, sus propiedades características, cómo se comportan en diversas circunstancias, cómo se forman en la naturaleza y cómo se obtienen artificialmente, etc. Evidentemente, si se profundiza en estos conocimientos, hay que recurrir a teorías más complejas e hipotéticas (sobre la estructura interna de los átomos, la naturaleza de las partículas elementales, etc.), pero esto no impide que, en un determinado nivel, tales conocimientos sean verdaderos y no simples conjeturas más o menos fundamentadas.

2) *Las teorías que tratan acerca de aspectos inobservables de la realidad han de utilizar el método hipotético-deductivo:* en este ámbito se han de formular hipótesis sobre la realidad

18. Cfr. E. Agazzi, M. Artigas y G. Radnitzky, *La fiabilidad de la ciencia,* en «Investigación y ciencia», n. 122, noviembre 1986, pp. 66-74.

estudiada (con frecuencia, se trata de amplios sistemas formulados matemáticamente), extraer de ellas consecuencias, y comprobar cómo se compaginan esas consecuencias con los datos experimentales. Ordinariamente, por este método no se llega a la certeza, aunque a veces, el grado de comprobación puede bastar para permitir la admisión con suficiente seguridad de determinadas hipótesis.

También en este caso tiene su paralelo en el conocimiento ordinario, en el que se utiliza igualmente el método hipotético-deductivo con frecuencia, aunque de un modo más rudimentario, tanto en las formulaciones teóricas como en las comprobaciones experimentales: por ejemplo, no pocas previsiones la vida diaria se realizan recurriendo a hipótesis basadas sobre experiencias incompletas, acerca de agentes naturales o artificiales. Pero es importante notar que, aun en el caso de que una teoría globalmente considerada no pueda comprobarse rigurosamente, dentro de esa teoría pueden encontrarse enunciados (por ejemplo, leyes experimentales concretas) que admiten una comprobación suficientemente rigurosa; en muchos casos, los aún sistemas hipotéticos contienen conocimientos parciales ciertos.

3) *Muchas veces, las teorías científicas no tienen como objeto directo aspectos de la realidad, sino «modelos ideales»* a través de los cuales, de todos modos, la ciencia pretende estudiar la realidad. Esto sucede, obviamente, cuando se estudian aspectos inobservables de la realidad. Pero también ocurre en muchos otros casos, aunque las realidades consideradas sean observables: la construcción de modelos ideales se requiere frecuentemente para facilitar la aplicación de las matemáticas al estudio de la realidad, y para seleccionar en cada caso los aspectos que interesa considerar.

Por ejemplo, las teorías de la física-matemática se refieren directamente a modelos ideales, tales como una masa concentrada en un punto y sometida a la acción de una fuerza en una dirección determinada, o sistemas de tales puntos y fuerzas, para no mencionar más que casos sencillos. Así, se seleccionan algunos factores físicos y se prescinde de otros, y es posible elaborar teorías físico-matemá-

ticas. Obviamente, para aplicar esos modelos ideales a la realidad, se han de considerar diversos factores relacionados con el caso concreto.

Realmente en cualquier teoría científico-experimental se da una cierta idealización de las situaciones reales, porque nuestro conocimiento es parcial y para obtener leyes generales necesariamente se ha de recurrir a una cierta simplificación de la realidad. La aplicación de las teorías a la realidad requiere siempre, además, añadir en cada caso diversos datos concretos. Pero esto no significa, repetimos, que todo el conocimiento científico sea hipotético o conjetural: mediante las leyes y las teorías se captan aspectos de la realidad, con una certeza desigual en los diversos casos[19].

Valor cognoscitivo de las teorías

En la ciencia experimental moderna, las explicaciones más profundas suelen basarse en teorías físico-matemáticas abstractas y complejas, que se relacionan con la realidad material mediante los datos obtenidos en la experimentación. Como los datos experimentales no bastan para demostrar rigurosamente el valor de las teorías, muchos autores –como hemos dicho– concluyen que el conocimiento científico es siempre hipotético o conjetural. Sobre esta conclusión, el valor de las ciencias suele explicarse de acuerdo con alguna de las posturas siguientes o mediante sus combinaciones:

a) Para unos, *la ciencia experimental sería un conjunto de teorías de las que se pueden extraer consecuencias «empíricamente contrastables»*. Los resultados de la experimentación formarían la «base empírica» de la ciencia. Esta «base empírica» no permite demostrar que las teorías sean verdaderas o falsas; pero, mediante convenciones adecuadas, permite deci-

19. Cfr. E. AGAZZI, *Vérité partielle ou approximation de la vérité?*, en *La Nature de la Vérité Scientifique*, Archives de l'Institut International des Sciences Théologiques, n. 27, Lovaina 1986, pp. 103-114.

dir cuándo una teoría debe ser admitida, abandonada o corregida[20].

b) Otros autores sostienen que *las teorías científicas suponen una cierta concepción de la realidad («Weltanschauung») indemostrable.* Las teorías, según esta visión, se aceptan, rechazan o modifican en función del comportamiento de la «comunidad de los científicos» en un momento determinado; ese comportamiento no viene determinado sólo por factores lógicos, sino también por factores ideológicos y pragmáticos[21].

c) Algunos intentan evitar las dificultades de las dos posturas precedentes afirmando que *la ciencia experimental es una «empresa racional» de una colectividad,* y que se distingue de otras «empresas racionales» –como la tecnología, la política, etc.–, solamente porque posee un tipo especial de «racionalidad», en la que intervienen tanto los factores lógicos (demostraciones) como los pragmáticos (utilidad de las teorías para resolver problemas concretos) y los ideológicos (predominio de ciertas ideas en un momento determinado de la vida de la colectividad)[22].

Estos enfoques se han difundido ampliamente en la filosofía contemporánea de la ciencia. Cada uno recoge aspectos

20. Esta interpretación se encuentra, p. ej., en K.R. POPPER, *La lógica de la investigación científica,* Tecnos, Madrid 1977; R.B. BRAITHWAITE, *La explicación científica,* Tecnos, Madrid 1965; M. BUNGE, *La investigación científica,* cit. En estos enfoques hay una parte de verdad, pero el «modelo hipotético-deductivo» de la ciencia toma erróneamente esa parte por el todo, conduciendo a un «conjeturalismo» que hace imposible hablar de la «verdad» en el conocimiento científico o evitar las contradicciones cuando se habla de ella. Para una valoración crítica de esas posturas, cfr. M. ARTIGAS, *La confiabilidad de la ciencia y su impacto filosófico,* tesis doctoral, Facultad de Filosofía, Universidad de Barcelona, 1979, cap. II, pp. 112-202.

21. Esta imagen de la ciencia se ha difundido en buena parte por el influjo de T. S. KHUN *(La estructura de las revoluciones científicas.* F.C.E., Madrid 1977), ocasionando fuertes polémicas con las posturas propperianas: cfr. I. LAKATOS y A. MUSGRAVE (eds.), *La crítica y el desarrollo del conocimiento,* Grijalbo, Barcelona 1975, donde se recogen amplias discusiones al respecto, quedando patente la parcialidad de las diversas interpretaciones allí expuestas, que no llegan a un planteamiento filosófico mínimo que permitiera situar los problemas en su verdadero contexto.

22. En esta línea, puede destacarse la postura de S. TOULMIN, *La comprensión humana,* tomo I: «El uso colectivo y la evolución de los conceptos»,

parciales del desarrollo de las ciencias, pero proporciona una imagen incompleta del conocimiento científico.

La raíz de estas deficiencias se encuentra en la falta de una adecuada filosofía del conocimiento científico-experimental; esto, a su vez, se debe –junto con la ya señalada complejidad de las ciencias– al fuerte influjo que sobre esas posturas ejercen planteamientos filosóficos de tipo empirista y pragmatista, ampliamente vigentes en la filosofía contemporánea.

El estudio anterior acerca de la cantidad y las cualidades permite advertir que el valor del conocimiento científico-experimental será muy diferente en los diversos casos posibles, y que eso dependerá de cómo en cada caso se asuman los aspectos cualitativos, cuantitativos y esenciales de la realidad material.

Alianza, Madrid 1977. Aunque pretende evitar la parcialidad de los enfoques excesivamente lógicos o pragmáticos, Toulmin tampoco admite unas bases metafísicas indispensables para el correcto planteamiento y solución de los problemas epistemológicos.

CAPÍTULO V

ACTIVIDAD Y CAUSALIDAD EN EL MUNDO CORPOREO

Examinaremos en este capítulo, los aspectos dinámicos de la naturaleza: Todos los seres materiales actúan recíprocamente unos sobre otros, de manera que el universo entero constituye como un gran sistema de interacciones entre las cosas corpóreas. El efecto de estas interacciones es la modificación progresiva de los estados y estructuras de los cuerpos: el devenir mismo del mundo y de cada substancia en particular. Así se configura el orden dinámico del ser corpóreo: la actividad causal provoca las transmutaciones físicas siguiendo un orden, en conformidad con las leyes naturales y los finalismos internos del mundo corpóreo.

1. EL ÁMBITO DE LAS TRANSMUTACIONES FÍSICAS

Modalidades del cambio físico

Hemos tratado ya del movimiento como primera manifestación de la naturaleza de los seres materiales. Añadiremos ahora algunos puntos más directamente conectados con el tema de la actividad corpórea.

Como vimos al principio, los seres naturales están caracterizados por modos de ser fundamentales o categorías (ser planta, ser azul, ser redondo, etc.). Conforme a estas modalidades categoriales, se puede ser en *potencia* o en *acto,* pero también según un tercer término intermedio, el *movimiento,* acto imperfecto. Un cuerpo puede tener la potencia de estar

en un sitio, o estar moviéndose hacia ese sitio, o estar en él en acto.

Pero sólo en algunas categorías se da la posibilidad del *movimiento* en sentido estricto, como acto en flujo, continuo y sucesivo (que no es ni pura potencia ni acto consumado). El *cambio substancial,* en este sentido, no es movimiento, sino otra modalidad del cambio: paso discontinuo de una forma a otra o cambio instantáneo. En algunos *cambios accidentales,* por el contrario, en la medida en que se da un flujo intermedio entre los extremos del cambio, es posible el movimiento o cambio sucesivo.

Se pueden distinguir tres tipos básicos de modificaciones accidentales[1]:

- el cambio según la *cantidad* o dimensivo, en el que los cuerpos modifican su tamaño y formas dimensionales (crecimiento, disminución, etc.);
- el cambio local o según el *ubi*;
- el cambio según las *cualidades* (alteración), en el que los cuerpos adquieren o pierden cualidades, o varía el grado de intensidad en las que tienen (intensificación, debilitamiento, etc.).

No hay cambios según el *quando,* ya que el tiempo es precisamente la medida de los cambios sucesivos (como se verá más adelante). Ni tampoco hay cambio según la *acción* y la *pasión,* porque estos accidentes –como también veremos– acompañan a todo cambio: siempre que éste se dé, hay una acción de un agente y una correspondiente pasión en quien se somete a ella.

Por último, tampoco hay propiamente cambios según la *relación,* porque ésta se apoya siempre, si es real, en algún acto intrínseco de la substancia (por ej., cualidad o cantidad), de manera que un cambio en las relaciones es consecuencia de una modificación en algún aspecto inherente de las cosas relacionadas (por ej., si un cuerpo se hace *mayor* que otro, es porque varía el tamaño de uno de ellos)[2].

1. Cfr. ARISTÓTELES, *Física,* V, 2; Tomás DE AQUINO, *In Phys.,* V, 3.
2. Cfr. Tomás DE AQUINO, *In Phys.,* V, 3.

Mutaciones instantáneas y sucesivas

El cambio inmediato o *instantáneo* se produce cuando se adquiere y pierde una forma, sin un proceso de sucesión paulatina, y se da respecto a las perfecciones que no admiten ser poseídas de un modo parcial; por ejemplo, «ser hombre»; un ente determinado es o no un hombre, pero no caben grados intermedios, aunque esta perfección vaya actualizando en el tiempo sus potencialidades. El cambio *sucesivo* (por ej., el movimiento local) se da cuando se cambia según un acto que admite grados continuos. Por eso, este tipo de cambio es propio de los seres materiales, con cantidad dimensiva. La continuidad de la alteración cualitativa es consecuencia de la continuidad sucesiva.

En las substancias corpóreas son sucesivos todos los cambios que –directa o indirectamente– participan de las propiedades cuantitativas dimensivas, como son el movimiento local, las modificaciones de la extensión o las determinadas por el substrato dimensivo de las cualidades (por ej., el cambio en la intensidad de una cualidad como efecto de procesos físico-químicos en un cuerpo). Pero hay también en los cuerpos mutaciones instantáneas, como las transformaciones substanciales, aunque van precedidas y seguidas de cambios sucesivos, cualitativos y cuantitativos.

El orden de las mutaciones

Como hemos dicho, el cambio substancial suele ir preparado por alteraciones, y éstas, a su vez, por modificaciones cuantitativas y desplazamientos: el movimiento local en cierto modo es capaz de desencadenar mutaciones de orden cualitativo y substancial, y esto explica en parte que algunos autores hayan reducido todo cambio al local (mecanicismo). A su vez, las mutaciones instantáneas posibilitan nuevos posibles cambios sucesivos.

Este orden causal entre los diversos tipos de cambio revela que las causas agentes son capaces de alcanzar efectos de orden substancial, a pesar de que se limitan a actuar en un terreno accidental, en apariencia más superficial. No es posible actuar directamente sobre el ser o la forma de las cosas: la acción de un cuerpo sobre otro incide sobre sus accidentes.

Esto vale para todas las causas materiales y también para el obrar técnico del hombre sobre los seres materiales.

La proporción entre los cambios accidentales y el substancial es diferente en cada caso. Por ejemplo, un trozo de madera puede sufrir cambios substanciales con facilidad, por simple división o si se quema la madera; un diamante ha de ser sometido a cambios accidentales mucho más fuertes para que se dé una mutación accidental; en un ser vivo como el hombre, se pueden dar modificaciones accidentales importantes sin cambio substancial -por ej., amputación de una mano-, mientras que, si esos cambios afectan a órganos vitales, se producirá fácilmente una transformación substancial (provocando la muerte física).

2. La causalidad física

El problema de las causas de la naturaleza ha sido ya afrontado al comienzo de nuestro estudio, al considerar la composición hilemórfica y las transformaciones substanciales. Veremos ahora otros aspectos, dirigiendo nuestra atención en especial al examen de la causa eficiente.

Orden y unidad de las cuatro causas

Como hemos visto en la primera parte, la causalidad de los procesos físicos naturales se ha de considerar según cuatro sentidos: la causa eficiente, final, material y formal. No son cuatro causas en el sentido de «cosas» u «objetos» del mundo físico, sino aspectos que pueden considerarse en un mismo acto de causación. Las ciencias experimentales a veces tienen en cuenta uno de ellos más que otros, pero una visión completa de la realidad exige considerarlos a la vez, en su mutua relación y unidad.

En el obrar productivo del hombre las cuatro causalidades se distribuyen de modo nítido: el artífice es la causa agente que, obrando en vistas de un fin entendido y querido, actúa sobre una materia, imprimiéndole la forma concebida por el intelecto. El fin pude ser la misma forma (por ej., la armonía y belleza de una obra de arte), o algo ulterior que se consigue

con la forma (por ej., construir una silla en vistas de su utilidad instrumental).

En el ámbito de la naturaleza, la distribución de las cuatro causalidades es diversa, ya que no hay agentes intelectivos. Son identificables, sin embargo, esos cuatro aspectos: unas cosas actúan sobre otras (causas agentes) y, a partir de condiciones materiales precisas (causas materiales), producen determinadas formalidades (causas formales). Los fines son las mismas formas intentadas por la naturaleza, y las utilidades que resultan para otras cosas: los primeros se llaman fines intrínsecos, y los segundos extrínsecos.

Notemos las siguientes características:

a) los principios activos pueden ser externos a la substancia que cambia, o bien internos a ella, y muchas veces ambos se conjugan en diversas proporciones, como muestra la experiencia. Nada puede ser a la vez principio activo y pasivo en el mismo sentido, pero en una misma substancia pueden estar contenidos principios activos y pasivos que determinan sus progresivas modificaciones;

b) la finalidad, como hemos dicho, puede ser intrínseca o extrínseca. Cuando un proceso natural se dirige espontáneamente hacia un determinado resultado, se puede decir que *tiende* intrínsecamente hacia él como a su fin, aunque se trate de una *intentio naturae* no relacionada con el conocimiento o con otros elementos psíquicos propios de la conducta animal. El fin es extrínseco cuando algo, al margen de la finalidad que resulta de su obrar natural, es ordenable a la utilidad de otra cosa: por ejemplo, el sol sirve para la vida humana (fin extrínseco), aunque no se puede decir que su naturaleza tienda a ese fin, pues su propia causalidad se ordena como tal sólo a brillar y dar calor (en cambio, la estructura del ojo demuestra que intrínsecamente se dirige al acto de ver).

Se dice a veces que la física no considera la finalidad, o que tiene en cuenta los procesos mecánicos prescindiendo de sus fines. Pero no ha de pensarse que esos fines son algo misterioso o sobreañadido. Etiología y teleología, eficiencia y finalidad son complementarios, como dos caras de la misma moneda. Cuando la física estudia el dinamismo y da la imagen de un universo ordenado, llega también al fin, que es el mismo orden resultante de las interacciones entre los cuerpos

(así, en un proceso físico-químico, el fin es el estado de equilibrio obtenido según las leyes determinadas).

La causa eficiente

Consideraremos a continuación algunas cuestiones filosóficas relacionadas con la causalidad eficiente (cuando emplearemos el término «causa», en general, nos referiremos a la causa agente).

Causa eficiente, activa, motora o agente es la que con su actividad produce una transmutación substancial o accidental en las cosas. Muchas veces. como es obvio, la producción de un efecto es debida a un concurso ordenado de causas, en donde cada una interviene parcialmente en la función productiva.

La noción de causa eficiente no debe confundirse con la de *antecedente regular* en una sucesión fenoménica (dado A, se sigue siempre B). Hay regularidades no causales, como la del día y la noche. Y hay causas no regulares, como un agente libre, que produce efectos según su voluntad.

No se ha de pensar tampoco que la causa sea siempre un elemento oculto que explica las apariencias fenoménicas. En algunos casos la causa puede ser oculta, y toca al hombre descubrirla (por ej., la causa de las mareas no se conoce inmediatamente). Pero muchas causas son manifiestas, como por ejemplo cuando el viento agita las hojas de un árbol.

Las ciencias experimentales utilizan constantemente el concepto de causa[3]. El mundo que nos describen es activo, con interacciones regulares de unos cuerpos sobre otros. Las ciencias hablan de influjos, producciones, y las mismas ideas de *experiencia* y *técnica* suponen la causalidad (pues la experiencia consiste en producir efectos dirigiendo sus causas, y la técnica es una forma de causalidad humana sobre las cosas naturales). Las dificultades que algunos científicos han creído encontrar en la noción de causa se deben, a veces, a presupuestos positivistas ajenos al real trabajo científico. En otros casos, esas dificultades proceden de dos aspectos: a) se confunde *causa* con *causa regular,* pero entonces la discusión no

3. Cfr. el estudio histórico de W. WALLACE, *Causality and Scientific Explanation,* Univ. of Michigan Press, Ann Arbor 1972, 2 vol.

es sobre las causas, sino más bien sobre las *leyes* de la naturaleza; b) se confunde causa con *hipótesis oculta,* no verificable, más allá de los fenómenos. Pero no siempre las causas son hipotéticas.

El principio de causalidad

La experiencia nos indica que, cuando ocurre un determinado fenómeno natural, como el incendio de un bosque, un terremoto, el aumento de temperatura, una determinada causa lo ha producido (o una combinación de causas). El fenómeno se explica, otras veces, porque una determinada causa cesa de ejercer su influjo, en unión a otras causas (por ej., un puente se viene abajo porque dejan de actuar las causas que lo sostienen). La causa eficiente, negativamente, a veces puede ser «deficiente», a modo de privación.

Conocemos así la existencia de un principio o ley general de la causalidad: *todo cambio se produce en virtud de la acción de una causa eficiente*[4]. Si el cambio es una pérdida o destrucción, la causa puede ser negativa, como hemos dicho. Esta «ley« no es una simple hipótesis, sino un principio necesario del ser mismo de las cosas físicas. Un cambio es la adquisición de un acto por parte de una materia; pero la causa material, privada de ese acto, no puede dárselo a sí mismos. En consecuencia, el acto le viene dado por una causalidad eficiente que conduce la materia a la posesión de algo que ella contiene sólo potencialmente. Causar, sin embargo, no es «introducir» un acto en la materia, sino *moverla,* configurarla para que *en* ella y *desde* ella se eduzca el acto nuevo, respecto del cual está en potencia. La causa eficiente física no tiene por qué poseer el acto que suscita: si uno lanza una piedra, no está en el sitio donde la piedra llegará, sino que pone a la piedra en condiciones de llegar a ese sitio.

Si bien el principio de causalidad es claro y se aplica fácilmente a ejemplos sencillos de la vida ordinaria, en una investigación más a fondo puede encontrar dificultades especiales, que el análisis filosófico debe afrontar.

4. Cfr. ARISTÓTELES, *Física,* VIII, 4; Tomás DE AQUINO, *In Phys.*, VIII, 7-8.

Muchos movimientos concretos obedecen notoriamente a causas extrínsecas (por ej., un martillo se mueve porque alguien lo usa), pero es obvio que si esas causas a su vez se mueven, hay que llegar a unos primeros principios naturales que muevan por sí mismos o espontáneamente, y que sean responsables de los movimientos del mundo físico (por ej., la gravitación, para cierto tipo de movimientos, a pesar de que aún no se ha aclarado en física su naturaleza).

Así pues, los movimientos y cambios de los seres corpóreos proceden de principios activos de los demás cuerpos, según un orden de reciprocidad en que unos mueven a otros y, en otro sentido, son movidos por los otros. Decimos esto en términos generales, pues corresponde a la física encontrar principios específicos de actividad y movimiento (la ciencia, sin embargo, en este terreno a veces no puede más que proponer explicaciones hipotéticas).

No hay incoveniente, en orden al principio de causalidad, en admitir que un cuerpo tenga en sí mismo principios de actividad que le lleven incluso a moverse «por sí mismo», en cuanto una parte de la substancia –el principio de movimiento, que puede ser la misma forma substancial– mueve al resto del cuerpo. Así explican Aristóteles y Santo Tomás no sólo el movimiento de los seres vivientes, sino también los movimientos naturales propios de las substancias elementales, obviamente en el contexto de una física anticuada[5].

El movimiento espontáneo de los vivientes, en cualquier caso, es muy distinto de los eventuales movimientos naturales de los seres inanimados. El viviente se mueve «a sí mismo» en el sentido de que domina, en ciertos márgenes, su propio cuerpo, y puede dirigirlo, por ejemplo, en un sentido o en otro, con mayor o menor prontitud, según criterios de conveniencia de su propia vitalidad. Los movimientos regulares de los seres inanimados carecen de esa «flexibilidad teleológica», porque se repiten siempre del mismo modo y sus variaciones se deben a factores extrínsecos o son puramente marginales[6].

5. Cfr. Tomás DE AQUINO, *In Phys.*, VIII, 7 y 8 (1207 y 1301); *De Motu Cordis*, c. 1; *De Pot.*, q. 5, a. 5.
6. Cfr. J. WEISHEPIL, *The Concept of Nature*, The New Scholasticism, vol. XXVIII, n. 4, 1954, pp. 377-408.

La consideración metáfisica del movimiento y del principio de causalidad constituyen una base para conocer la existencia de la Primera Causa del universo, que es Dios.

La primera vía tomista[7] señala que, en el mundo físico, todos los entes son móviles y, aunque sean *movidos por* otros, no trascienden el ámbito del ser mudable o en devenir. De aquí la exigencia de una primera fuente del movimiento -mezcla de acto y de potencia-, que no sea mudable, es decir, que sea Acto Puro (movente inmóvil).

La segunda vía[8] parte de que las causas en el mundo físico son siempre causadas, sin que se llegue nunca a una primera causa que por su naturaleza sea incausada (si bien se puede llegar a una última causa conocida, en la línea de la observación experimental). Se concluye la necesidad de que exista una Primera Causa incausada, que tenga en sí lo que se requiere para carecer de causa, es decir, que sea puro Acto, sin mezcla de potencia[9].

La causalidad en la física moderna

Nos referiremos ahora principalmente a la causa del movimiento local. En este terreno no siempre es fácil aplicar el principio de causa a los fenómenos físicos concretos. En cualquier caso, sería ingenuo pensar que cada vez que un ser corpóreo se mueve, debe haber otro que lo esté empujando, lo cual supondría una concepción completamente pasitivista de la naturaleza.

Las explicaciones mecánicas concretas de Aristóteles fueron abandonadas con el comienzo de la física moderna. Aristóteles, viendo el aparente automovimiento de los astros, sostuvo erróneamente que éstos serían movidos por inteligencias celestes. Los movimientos propios de los cuer-

7. Cfr. Tomás DE AQUINO, *S. Th.*, I, q. 2, a. 3.
8. Cfr. *ibid.*
9. Como es obvio, la clara comprensión de estos argumentos requiere numerosas explicaciones adicionales, propias de un estudio de teodicea. Aquí nos limitamos a indicar que las dos primeras vías tomistas, basándose en una visión metafísica del cosmos, contienen elementos perennes, que sobrepasan el marco cosmológico antiguo.

pos elementales terrestres (agua, aire, tierra, fuego) derivaban de su misma naturaleza y les llevaban a sus «lugares naturales». Los otros movimientos terretres provenían de impulsos de cuerpos externos y, como no eran «naturales», fueron llamados «violentos» por Aristóteles (el lanzamiento de proyectiles). Algunos aristotélicos (Juan Filopón, Buridano) explicaron el movimiento de los proyectiles por la teoría del *ímpetu:* la causa movente comunica al proyectil un ímpetu o *vis impressa* (más tarde, la «cantidad de movimiento»), que es la causa de su movimiento. Esta teoría marca el inicio de los estudios mecánicos de la Edad moderna (la evolución de la teoría del ímpetu lleva a la idea de la *energía cinética* de los cuerpos en movimiento).

La física moderna propone explicaciones específicas de los cambios en las que intervienen conceptos causales y el principio de causalidad. Estas nociones son magnitudes físico-matemáticas y por tanto no pueden recibir un tratamiento directamente metafísico; sin embargo, contienen de algún modo aspectos metafísicos y nos informan sobre procesos causales reales. Así ocurre con las nociones de *fuerza* (causa externa que, aplicada a un cuerpo, modifica su estado inercial) y *energía* (capacidad de un cuerpo de producir modificaciones en otros cuerpos, es decir, *trabajo).* Igualmente sucede con principios de la mecánica clásica, como la *gravitación,* el principio de *inercia,* o el principio de *acción* y *reacción.*

Numerosos estudios han intentado una interpretación filosófica de los principios de la mecánica clásica, o de la mecánica cuántica y relativista. La cuestión es delicada, debido a la índole parcial de los conocimientos científicos particulares, pero al mismo tiempo es importante, ya que nuestro conocimiento específico de la causalidad física procede en buena parte de las ciencias positivas. La filosofía sólo nos proporciona principios generales: los cuerpos son causas unos de otros; los movimientos son causados.

Los tomistas en general han interpretado los principios mecánicos de la física moderna del siguiente modo:

1) *El problema del «ímpetu»:* algunos autores se han adherido a la teoría del ímpetu, viéndolo como una cuali-

dad activa que un cuerpo recibe de su impelente[10]. De todos modos, este punto se debe valorar en el cuadro de conjunto de la mecánica clásica y con relación al principio de inercia.

2) *El principio de inercia:* según este principio, un cuerpo tiende a permanecer en el estado de reposo o de movimiento uniforme y rectilíneo, y cambia respecto de este estado cuando actúan sobre él causas externas. Cabe preguntarse entonces cómo es posible que un cuerpo se mueva, aunque sea inercialmente, sin una causa actual que lo mueva. Dos respuestas suelen darse:

a) el cuerpo se mueve inercialmente en virtud del ímpetu o energía cinética recibida de una fuerza externa;

b) el movimiento inercial es una abstracción, pues en la realidad no se da un puro movimiento uniforme y rectilíneo, y un cuerpo siempre está sometido al influjo de los demás; esta noción está ligada a la idea de espacio absoluto de la física clásica. El problema queda superado con la teoría de la relatividad, y la discusión específica de la causalidad física a ella debe referirse. Actualmente, parece que la causalidad ha de considerarse también con relación a la teoría de las «fuerzas fundamentales» de la naturaleza. Queda claro que, para la física, en el mundo hay procesos causales, y que toda modificación física está asociada a una causa.

Con la causalidad física tienen que ver también los *dos principios generales de la termodinámica,* de los que damos una versión intuitiva, suficiente para el alcance de estos comentarios. Según el primero *(conservación de la energía),* la energía del universo se mantiene constante en todos los cambios, aunque se transmite de unos cuerpos a otros y se va redistribuyendo en modo variado según las distintas formas de la energía. En virtud del segundo principio *(degradación de la energía,* o «aumento de la entropía), la energía del universo va adoptando progresivamente formas más «degradadas», lo cual implica un aumento irreversible del «desorden»; esto

10. Cfr. R. MASI, *Cosmologia,* cit., pp. 449-451. Para un estudio del tema, ved. A. MAIER, *Zwei Grundprobleme der scholastichen Naturphilosophie. Das Problem der intensiven Grösse. Die Impetustheorie,* Ed. Storia e Letteratura, Roma 1951.

llevaría a una «muerte térmica» del universo, en la que ya no sería posible la vida en la tierra. Los dos principios valen inicialmente para sistemas cerrados (que, hipotéticamente, no reciben influjos externos), pero se hacen extensivos para todo el universo, considerado como un gran sistema (cerrado).

Los principios mencionados dan pie, como es lógico, a discusiones filosóficas de gran alcance. Se debe tener en cuenta su carácter no definitivo, ya que el progreso de la física podría llegar a reconsiderarlos de un modo que ahora desconocemos. De todos modos, podemos indicar algún punto a título orientativo y desde la perspectiva filosófica, con relación a estos principios tal como hoy son comúnmente conocidos. A saber:

1) *Principio de conservación de la energía:* la energía que se «conserva» constante en el universo nada tiene que ver con la substancia permanente en los cambios accidentales, ni con la materia prima que permanece en los cambios substanciales. Desde el punto de vista de la filosofía natural aristotélica, cabría relacionar esa energía con las potencialidades activas de los seres corpóreos inanimados. En el universo físico aristotélico, la parte física que se conserva en todos los cambios son las fuerzas elementales o las substancias ínfimas que entran en la composición de las substancias más altas. De alguna manera, la conservación de los mismos órdenes substanciales inferiores en todos los cambios podría relacionarse con el fundamento real del principio de conservación de la masa o de la energía.

2) *Principio de degradación de la energía:* desde el punto de vista filosófico, el significado real sugerido por este principio apunta a una progresiva pérdida de los órdenes formales más altos del universo, o a una creciente corrupción hacia las formas inferiores del ser corpóreo. La filosofía natural vería en este principio una señal de la contingencia del mundo material. Esta «tendencia al desorden» no se opone al finalismo, pues adviene después de una fase en la que reina el orden más alto y que permite, por ejemplo, la aparición de la vida. El envejecimiento y la muerte de los vivientes tampoco se oponen al finalismo intrínseco de la vida.

El mundo parece tener una «historia» en la que sólo durante un periodo limitado –según los planes del Creador, en definitiva– resulta posible la vida humana en la tierra.

Esto sería absurdo sólo para quien tuviera una concepción materialista del hombre, que entonces estaría destinado a desaparecer para siempre. Pero no lo es desde una visión trascendente de la vida humana. Es más, constituye un argumento positivo en favor de esa visión trascendente, pues significa que el hombre no puede buscar en esta vida un sentido último para su existencia.

3. Acción y pasión

El estudio de la causalidad nos revela dos accidentes correlativos del ser material: la acción y la pasión[11]. Por la acción un ente físico se constituye en causa de otro; por la pasión, sufre la acción de otro cuerpo.

La acción y la pasión como accidentes

La acción ha de atribuirse a una substancia que, al actuar, pasa de la potencia al acto. No puede existir una acción no referible a una substancia concreta. Tampoco se identifica la acción con la substancia, ya que cada operación supone una particular actualización de un sujeto constituido como causa[12].

La acción es un accidente cuya naturaleza consiste en la actualización de la potencia activa de una substancia. Se trata de una perfección accidental transitoria, que determina a la substancia mientras ésta causa alguna modificación en otro cuerpo. Por la acción una substancia pasa de poseer una capacidad de obrar («potencia activa») a su actualización («acto segundo»). Se puede decir que una tal substancia es en acto («acto primero») respecto a su perfección constitutiva, y que es en «acto segundo» cuando desarrolla sus perfecciones operativas. La capacidad de obrar presupone, como es obvio, la posesión antecedente de ciertas perfecciones constitutivas, pues exige que se tenga en acto un modo de ser adecuado a

11. Sobre este tema, cfr. Aristóteles, *Física*, III, 3; *Metafísica*, V, 7; XI, 9; Tomás De Aquino, *In Phys.*, III, 5; *In Metaphys.*, V, 9; XI, 9; P. Hoenen, *Cosmologia*, cit., pp. 228-237.
12. Cfr. Tomás De Aquino, *S. Th.*, I, q. 54, a. 1, c.

esa capacidad real (y cuanto más perfecto es un ente, será capaz de realizar operaciones también más altas).

Los entes inanimados poseen potencias activas puramente corpóreas, que les capacitan para actuar sobre otros cuerpos (por ej., propiedades de tipo electromagnético, masa, energía de diversos tipos). Los vivientes poseen potencias activas de orden superior, en orden a acciones vitales como la nutrición o la reproducción; los animales poseen, además, las capacidades propias de la vida sensitiva. El plano constitutivo y el operativo de las cosas están siempre correlacionados.

A la acción del agente corresponde, en el individuo que la padece, la «pasión» por la que este último adquiere una nueva perfeción, antes sólo potencial (aunque la acción puede implicar también una corrupción total o parcial del paciente). *La pasión es, pues, un accidente cuya naturaleza consiste en la actualización de la potencia pasiva de una substancia, bajo la acción de la causa eficiente.*

En realidad, *la pasión es idéntica a la transmutación misma de un cuerpo,* y como accidente sólo añade *el orden a la causa agente,* de la que ese cambio depende («padecer» en este sentido no es más que recibir el influjo de otro). La pasión puede considerarse así como un tipo de *relación* con la causalidad de origen.

Algo semejante puede afirmarse respecto a la acción, que incluye el *orden activo* de un agente a un paciente. Pero notemos que, si la pasión implica una relación de *dependencia* real en orden a la causa, la acción en cambio no supone en sí misma una dependencia respecto al paciente. De todas maneras, las *acciones físicas,* como diremos enseguida, ciertamente dependen de las condiciones tanto del paciente como del ambiente externo (pues de lo contrario no podrían realizarse). Esta restricción evidentemente no se aplica a la acción creadora de Dios sobre el mundo, la cual por otra parte es una «acción» en un sentido muy especial.

Adviértase: la acción y la pasión pueden considerarse como *relaciones* entre los entes, o bien como *perfecciones* desde el punto de vista de la substacia. Actuar es perfeccionar (sólo indirectamente es «perfeccionarse»); padecer es ser per-

feccionado (aunque, como dijimos, la acción y la pasión pueden también ser corruptivas).

La acción y la pasión en sentido estricto son simultáneas. Normalmente consideramos la causalidad como un proceso temporal, en el que un evento A produce la aparición de un evento B posterior (la bola de billar tarda un tiempo en llegar a causar el impacto en otra). Esto se debe a que tenemos en cuenta los antecedentes previos a la causación estricta, y sus consecuencias posteriores. Pero el instante o periodo en el que la causa se aplica al paciente es simultáneo al producirse del efecto: el edificador actúa a la vez que el edificio se está edificando; al tocar un cuerpo, éste resulta tocado. La teoría de la relatividad, al considerar que toda acción se realiza en el tiempo, no se opone a cuanto decimos: para actuar hay que trasladarse al sitio del paciente, y no hay acciones instantáneas «a distancia»[13].

La acción del agente físico implica una pasión en él mismo. Actuar o ser causa no exige de suyo más que ser en acto, o tener cierta perfección; no implica, pues, imperfección o movimiento (precisamente por esto es posible una Causa Inmóvil, como es Dios). Pero toda causa física, como para aplicarse a su efecto debe entrar en *contacto* material con el paciente –al menos, de modo mediato, a través de otros cuerpos–, por el mismo hecho de obrar en otro debe moverse hacia el lugar del paciente y, al actuar en él, simultáneamente se somete a la actividad que deriva de éste. Así, para tocar y empujar un cuerpo, es menester también ser tocado por él, y recibir sus eventuales influjos. Aristóteles señala, en este sentido, que las causas físicas son *moventes móviles*[14]. La física moderna de algún modo recoge este aspecto en el principio de acción y reacción: un cuerpo que ejerce una fuerza sobre otro, también padece otra fuerza equivalente y contraria de parte del otro. De ahí que todo proceso de causación física suponga un desgaste o una corrupción en las mismas causas.

13. Cfr. sobre este tema, M. HESSE, *Forces and Fields,* Thomas Nelson, Edimburgo 1961.
14. Cfr. Tomás DE AQUINO, *In Phys.*, III, 2 (288), 4 (301-302).

Operación inmanente y acción transeúnte[15]

El efecto provocado por la causa eficiente puede también permanecer en la propia substancia que actúa, perfeccionándola. Esto sucede de modo característico en los vivientes. Existen, pues, dos tipos de acciones:

a) la *acción transeúnte*, en la que el que actúa perfecciona a otra substancia preexistente (iluminar, calentar, mover, etc.). A este tipo de acciones nos hemos referido antes, de modo exclusivo[16].

b) el *obrar inmanente* (en la terminología clásica, la palabra «acción» suele reservarse para la acción transeúnte), en el que el que obra se perfecciona a sí mismo: por ejemplo, las operaciones o actos de ver, pensar, amar, jugar (algunas acciones pueden ser mixtas, es decir, transeúntes e inmanentes a la vez). Así, el solo hecho de ver o de oír un sonido no implica ninguna transmutación fuera del sujeto en acto, y constituye una perfección para él. El obrar inmanente es propio de la vida, y especialmente de la vida espiritual. Como se ve, la operación inmanente supone un modo de obrar más elevado, relacionado con los grados más altos de ser, en cuanto es manifestación de una mayor autonomía tanto en el ser como en el obrar (siempre con sus límites, sin duda, cuando se trata de cosas finitas). Por otra parte, el obrar inmanente no significa que el sujeto se «cierre» en sí mismo. Por el contrario, los actos inmanentes, como el conocimiento y el amor, normalmente implican relaciones más profundas con las demás cosas, y una causalidad más alta que la puramente física (este tema se desarrolla en otros sectores de la filosofía).

El predicamento «acción» se refiere a las acciones transeúntes. Las observaciones que hemos hecho sobre tal accidente se aplican sólo a este tipo de acciones, en las que el agente

15. Cfr. Tómás DE AQUINO, *De Veritate*, q. VIII, a. 6, c. Ver también F.X. MAQUART, *Saint Thomas et l'action transitive*, «Revue thomiste», París 1925, pp. 130-163; M. MILLER, *The Problem of Action in the commentary of St. Thomas Aquinas on the Physics of Aristotle*, «The Modern Schoolman», 23 (1946), pp. 135-167, 200-226.

16. De aquí se sigue que la donación de ser implicada en el acto creador de Dios no puede ser considerada propiamente como una «acción transeúnte».

es diverso del individuo que recibe la acción, y depende en parte de las condiciones del paciente, como se ha señalado atrás. Los procesos físicos causales pertenecen siempre a la categoría de las acciones transeúntes, que se dirigen a otros sujetos y que, mientras producen una perfección, privan de otras al paciente, y el mismo agente queda sujeto a cierta corrupción (todo lo cual es índice de la imperfección de las causas físicas).

Las operaciones inmanentes de tipo vegetativo en parte poseen ciertas características «transeúntes», aunque se produzcan en el interior del organismo viviente (por ejemplo, el efecto de la sangre en el cuerpo). Pero cuando nos elevamos a operaciones inmanentes más altas e inmateriales (como el conocimiento y el amor), ya no estamos en el ámbito de la causalidad física: el que obra, en tales actos, no se empobrece, ni empobrece al otro al obrar sobre él. Por ejemplo, enseñar o transmitir una ciencia supone un desgaste o privación tanto en el maestro como en el alumno sólo con relación a la base física de estos actos, pero tal cosa no sucede en el estricto ámbito cognoscitivo. Y algo semejante puede decirse respecto al amor interpersonal o amor de amistad

El dinamismo corpóreo

Cada substancia corpórea posee una capacidad de actuar, de acuerdo con su naturaleza específica propia: según su modo de ser, puede obrar de unas determinadas maneras en diversas circunstancias; éste es uno de los sentidos del antiguo dicho *«operari sequitur esse»:* el obrar sigue al ser. Así, la operación o actuación de un átomo, de un mineral o de un animal abarca un conjunto de posibilidades en función de su modo propio de ser. El obrar no constituye el ser, sino que el ser determina el obrar.

Los cuerpos obran porque son en acto, y están sujetos a pasiones en la medida en que son en potencia[17]. Su influjo en otros se ejercita a través de sus *cualidades activas cuantificadas* y en cuanto están *en movimiento,* pues éste es el úni-

17. Cfr. Tomás DE AQUINO, *S. Th.*, I, q. 115, a. 1.

co modo de establecer contacto físico con el sector concreto del universo donde van a ejercer su causalidad.

Las acciones de unos cuerpos sobre otros constituyen el orden dinámico del universo. Esas acciones y movimientos están guiadas por un finalismo intrínseco natural, pues sirven para producir y conservar órdenes internos, situaciones de equilibrio, o procesos dirigidos a suscitar nuevas armonías corpóreas. Hay también procesos causales destructivos, porque en el mundo físico el orden es contingente, y la presencia de unas formas es incompatible con otras.

Se ha de tener en cuenta que las causas físicas obran normalmente en combinación unas con otras, y que sus efectos son proporcionados a la potencialidad concreta del paciente. No toda causa física, por eso, ha de ser *unívoca,* en el sentido de suscitar un efecto semejante a sí misma (como el calor produce calentamiento, o un movimiento local es causa de otro). Muchas veces las causas físicas son *análogas,* es decir, sus efectos son heterogéneos a su naturaleza (una medicina produce salud; el movimiento induce calor). El agente físico puede incluso suscitar efectos más altos a su ser, cuando desencadena en el paciente potencialidades propias. Así, los seres inorgánicos cooperan en la sustentación de la vida y son parcialmente causas de efectos vitales, al operar sobre substancias vivientes (por ejemplo, la alimentación o la acción de los estímulos sobre la capacidad visual o auditiva de un animal).

El estudio científico-experimental de la actividad de los cuerpos tiende sobre todo a descubrir los modos de obrar regulares, es decir, los que son idénticos o semejantes cuando se dan ciertas circuntancias. Por ejemplo, en la física se busca determinar el movimiento que describe un cuerpo cuando está sometido a unas determinadas fuerzas; en la química interesa averiguar de qué modo reaccionan las diversas substancias cuando actúan entre sí y qué substancias se obtienen como resultado de tales reacciones. Para conseguir ese objetivo, en las ciencias experimentales se utilizan diversos conceptos que designan aspectos particulares de la actividad de los cuerpos, tales como los conceptos científicos de «fuerza», «energía, «acción», «potencia», etc., y se definen esos conceptos de modo que puedan tratarse matemáticamente y relacionarse con la experimentación.

Los científicos expresan las regularidades formulando *leyes científicas*. Estas leyes son de muy diversos tipos, según el conocimiento de la realidad que se alcanza en cada caso. En general, mediante las leyes científicas se pretende conocer la actividad real de las substancias naturales, o sea, las leyes naturales que rigen los fenómenos físicos. La *ley física natural* de carácter causal consiste en el hecho de que *determinadas causas producen determinados efectos*, cuando se cumplen ciertas circunstancias requeridas para que las causas puedan desplegar su eficacia sin obstáculos. Esto implica que, en línea de principio, a partir del conocimiento de las causas se pueden prever, y a veces controlar técnicamente, los efectos, y que desde los efectos se pueden conocer inductivamente las causas.

El *control técnico* de las causas físicas constituye un relativo dominio del hombre sobre la naturaleza material, congruente con la naturaleza racional del hombre. No es un dominio absoluto porque el hombre no crea las leyes naturales, sino que debe someterse a ellas. De ahí que el dominio técnico pueda en ocasiones resultar nocivo y destructivo, si el hombre no respeta la naturaleza real de las cosas y las exigencias profundas de la persona humana. Los límites de la técnica proceden de la misma naturaleza física y también de la naturaleza humana. En este segundo aspecto la técnica conecta esencialmente con la ética, ciencia del buen obrar del hombre en cuanto conveniente a su naturaleza libre y racional.

4. Leyes científicas y leyes naturales[18]

El término «ley» alude propiamente a reglas humanas de la conducta libre, y en este contexto se habla de «obedecer» o seguir una ley, o de que el hombre está «sometido» a determinadas leyes. Por analogía, la *ley* puede referirse también a la actividad natural de las cosas corpóreas, en cuanto que

18. Sobre este tema, cfr. E. Simard, *Naturaleza y alcance del método científico*, cit., pp. 125-178; R. Masi, *Cosmologia*, cit., pp. 541-556; F. Selvaggi, *Filosofia delle scienze*, cit., pp. 179-209.

los cuerpos tienen un modo regular de actuar, como si «obedecieran» a una ley física natural.

Una ley física de la naturaleza es una regularidad o uniformidad en la actividad de los cuerpos, conforme a la naturaleza de cada uno. El hombre busca conocer las leyes de la naturaleza mediante la experiencia ordinaria y –de modo más elaborado– mediante los métodos científico-experimentales.

Todo conocimiento de la naturaleza supone la existencia de leyes físicas reales, y esto vale para la ciencias experimentales todavía en mayor grado que para la experiencia ordinaria; sin ese presupuesto, la actividad científica carecería de sentido y sería imposible. La afirmación, de tipo kantiano, según la cual es el hombre quien «impone» las regularidades a la naturaleza –encuadrando los fenómenos, dentro de regularidades establecidas por la mente–, expresa deficientemente un aspecto real del conocimiento de la naturaleza. En efecto, si es cierto que la formulación de las regularidades supone una actividad ordenadora de la mente humana, no es menos cierto que esa formulación sería imposible si no existieran realmente comportamientos regulares y uniformes en las substancias corpóreas y si no pudiésemos conocerlos, aunque muchas veces ese conocimiento sea parcial y perfectible.

El progreso de las ciencias experimentales conduce al descubrimiento de muchas regularidades inaccesibles a la experiencia ordinaria, y en un grado sorprendente: cuanto más se profundiza en el conocimiento de la naturaleza, se encuentran leyes físicas naturales anteriormente insospechadas, que manifiestan *la existencia de un orden que se extiende a toda la actividad de los seres corpóreos.*

Como hemos señalado en otras ocasiones, la existencia de un orden en los seres no inteligentes es el punto de partida de la quinta vía que Santo Tomás propone para demostrar la existencia de Dios como Inteligencia Suprema que ha creado ese orden natural[19]. El progreso científico, lejos de invalidar ese punto de partida, lo confirma amplia-

19. Cfr. *S. Th.*, I, q. 2, a. 3, c.

mente[20], y hay que señalar al respecto que los científicos de más prestigio, por lo general, manifiestan su admiración ante este hecho, aunque no siempre realicen los razonamientos lógicos que llevan a admitir la existencia de un Dios personal creador del orden natural[21].

De modo general, suelen llamarse *leyes científicas* aquellos enunciados que, en una ciencia concreta, establecen relaciones más o menos necesarias entre conceptos relativos a los entes estudiados en esa ciencia. Es difícil precisar con mayor exactitud la noción de «ley científica», debido a que existe una gran variedad de tales leyes: algunas son aplicables a la realidad de modo bastante inmediato y pueden considerarse como la formulación, dentro de una ciencia, de una ley natural o de un aspecto suyo; otras tienen más bien el carácter de expresiones teóricas muy abstractas; muchas se formulan mediante conceptos matemáticos, mientras que otras tienen un carácter más cualitativo.

Cada substancia posee una naturaleza determinada, pero nuestro conocimiento de ella es limitado y, frecuentemente, muy parcial, por lo que las substancias suelen definirse científicamente por medio de algunas de sus propiedades, que no agotan la esencia de la substancia. Como el obrar sigue al ser, nuestro conocimiento de las leyes naturales es también limitado. Las leyes científicas no agotan el ámbito de las leyes naturales y, por eso, siempre es posible el progreso científico: a veces, ese progreso lleva a descubrir leyes antes desconocidas; otras veces, lleva a introducir nuevos factores que perfecionan leyes ya conocidas, completándolas o corrigiéndolas parcialmente.

20. S.L. JAKI ilustra ampliamente esta afirmación en *The Road of Science and the Ways to God,* cit. Sobre la finalidad natural, cfr. ARISTÓTELES, *Física,* II, 8, donde se plantean objeciones que podrían parecer de origen moderno; F. SELVAGGI, *Scienza e Metodologia,* cit., pp. 28-40; R. QUERALTÓ, *Naturaleza y finalidad en Aristóteles,* Publicaciones de la Universidad de Sevilla, 1983.

21. Cfr., p. ej., A. EINSTEIN, *Lettres à Maurice Solovine,* Gauthier-Villars, París 1956, pp. 114-115; W. HEISENBERG, *Diálogos sobre la física atómica,* BAC, Madrid 1972, pp. 262-267. Einstein habla del orden natural como un «milagro» cuya evidencia crece con el progreso científico, y Heisenberg hace consideraciones análogas.

En todo caso, por la limitación de nuestro conocimiento, *las leyes científicas siempre pueden perfeccionarse*[22]. Toda ley científica, por muy bien comprobada que esté mediante la experiencia, se refiere a un margen determinado de fenómenos: siempre es posible, por tanto, encontrar leyes que –alcanzando un conocimiento más preciso de la realidad– describan esos fenómenos con mayor exactitud, o den razón de ellos alcanzando niveles más profundos en su explicación, o amplíen el ámbito de los fenómenos conocidos.

Sin embargo, esto no significa que las leyes científicas sean simples hipótesis o conjeturas, sino solamente que su validez se extiende al ámbito y a las condiciones en que esas leyes se han comprobado. Fuera de ese ámbito y de esas condiciones no se puede asegurar el valor de la ley; y, además, siempre podrán encontrarse formulaciones más exactas o profundas dentro de su propio campo de aplicación.

Algunos autores –como Popper y Bunge– han afirmado que todas las leyes científicas son hipotéticas. Según esta posición, en las ciencias nunca se podría alcanzar la certeza. Pero en la base de estas afirmaciones suele encontrarse una confusión entre el carácter limitado de una ley y su posible falsedad[23].

Las leyes científicas se formulan frecuentemente expresando relaciones constantes entre fenómenos, bien sea de un modo cualitativo (por ejemplo, afirmando que la reacción química de dos substancias dará lugar a otras con determinadas propiedades observables), bien sea mediante conceptos matemáticos (por ejemplo, relaciones matemáticas entre magnitudes como la energía, la masa y la velocidad).

La filosofía positivista sostiene un «fenomenismo» según el cual las ciencias experimentales sólo llegan a conocer las relaciones entre los fenómenos. En realidad, aunque muchas

22. P. Duhem destaca este punto (cfr. *La théorie physique,* Rivière, París 1914, pp. 260-269), pero su «convencionalismo» no le impide afirmar que las teorías científicas reflejan de algún modo un orden real (cfr. *ibid.*, pp. 35-36).

23. En estas posturas, la «verdad» sería una «idea regulativa» de la investigación científica, sin que pueda asegurarse nunca su posesión: falta una concepción adecuada de la continuidad del conocimiento sensible e intelectual, en parte debido a restos empiristas y racionalistas (cfr. M. ARTIGAS, *Karl Popper: Búsqueda sin término,* cit., pp. 107-126).

leyes científicas sólo expresan relaciones de este tipo, como los fenómenos manifiestan las propiedades de las cosas, se sigue que el orden legal científico presupone y manifiesta la existencia de un orden natural[24].

Las leyes científicas, en la medida en que se encuentran comprobadas con certeza y dentro de las condiciones en las que son válidas, proporcionan un conocimiento verdadero de la naturaleza y la causalidad de las substancias corpóreas: poseen el valor, muchas veces, de una explicación con alcance ontológico (llegan al ser real de los entes), aunque los problemas no se plantean de un modo temáticamente filosófico. Las interpretaciones según las cuales el conocimiento científico sería siempre hipotético, o se limitaría a lo fenoménico sin alcanzar la naturaleza y la causalidad de las substancias, o se reduciría a proporcionar enunciados para actuar «como si» la realidad fuera de un determinado modo, sin afirmar nunca que realmente lo sea, responden a extrapolaciones injustificadas de algunos aspectos del conocimiento científico.

Una vez formuladas, *las leyes científicas sirven para prever los fenómenos, pero no son un simple instrumento útil para realizar predicciones:* proporcionan un conocimiento verdadero de la realidad, más o menos cierto o hipotético, según los casos, a partir del cual se pueden efectuar esas predicciones.

> No es correcta la concepción «funcionalista» de las ciencias, según la cual se valoran las ciencias experimentales única o principalmente como un instrumento para el dominio práctico de la realidad; ellas serían una especie de puro «preámbulo de la técnica», desprovistas de valor cognoscitivo, y sin relación alguna con la verdad; además, esta tesis se extrapola al conocimiento humano en general dando lugar a posturas «pragmatistas». Estas ideas, además de no hacer justicia a la verdadera naturaleza de las ciencias y del conocimiento humano en general, tienen consecuencias negativas sobre la mentalidad de muchas personas, ya que llevan a prescindir de la verdad objetiva como norma del co-

24. Los defensores del neo-positivismo se han visto obligados a corregir una y otra vez sus posiciones, sin llegar a soluciones satisfactorias. Esto se advierte, p. ej., en la recopilación de escritos neo-positivistas *El positivismo lógico,* ed. por A.J. AYER, F.C.E., Madrid 1978.

nocimiento y de la conducta humana, y tienden fácilmente a posturas subjetivistas que condicionan negativamente la conducta individual y social.

En definitiva, las leyes científicas no son, sin más, una traducción directa de las leyes naturales; pero, en la medida en que son comprobadas –y no simples hipótesis de trabajo– proporcionan un conocimiento verdadero del orden existente en la naturaleza. Este conocimiento es más amplio y profundo cuando las leyes científicas se encuentran ulteriormente integradas en los grandes sistemas teóricos.

5. LA CONTINGENCIA DEL MUNDO MATERIAL[25]

El estudio de la actividad de los cuerpos conduce a plantearse diversas cuestiones relativas al carácter necesario o contingente de esa actividad. Por ejemplo, ¿tienen las leyes naturales una necesidad absoluta, o admiten excepciones? ¿Son reales las excepciones que parecen observarse, o bien se deben solamente a nuestro conocimiento imperfecto de las leyes?

La consideración de este tipo de problemas ayuda a profundizar en los temas afrontados en esta sección. A continuación se examinan algunas de esas cuestiones, comenzando por una aclaración previa sobre lo que significa ser necesario y ser contingente.

Necesidad y contingencia

El concepto de «contingencia» se opone al de «necesidad». *Es contingente lo que puede ser de un modo u otro e,*

25. Sobre los temas de este apartado, cfr. ARISTÓTELES, *Metafísica,* VI, 3; Tomás DE AQUINO, *In Metaphys.,* VI, 3; F. SELVAGGI, *Causalità e indeterminismo,* cit., pp. 141-179; K. JACOBI, *Thomas von Aquins semantische Analyse des Kontingenzbegriffs,* en *L'essere,* vol. VI de «Atti del Congresso Internazionale 1974», ed. Domenicane italiane, Nápoles 1977, pp. 624-637; C. FABRO, *Intorno alla nozione tomista di contingenza,* «Rivista di filosofia neo-scolastica», 30 (1938), pp. 132-149; J. MARITAIN, *Réfléxions sur la nécessité et la contingence,* «Angelicum», 14 (1937), pp. 281-295; A.D. SERTILLANGES, *La contingence dans la nature,* «Revue des sciences philosophiques et théologiques», 3 (1909), pp. 665-681.

incluso puede dejar de ser. En cambio, *es necesario lo que no puede dejar de ser como es, o no puede dejar de ser de ningún modo.*

Hay distintas modalidades de contingencia y de necesidad. Podemos dintinguir fundamentalmente:

a) *En cuanto al ser:* algunos entes pueden dejar de ser lo que son, como es el caso de los seres materiales; las creaturas espirituales, en cambio, una vez que existen, no pueden por su misma naturaleza perder el ser actual. Dios, además, tiene el ser de modo absolutamente necesario, pues es el mismo Ser.

En este sentido, *todos los seres materiales son contingentes,* pues están sujetos a generación y corrupción: llegan a ser gracias a la actividad de otros, como resultado de transformaciones substanciales, y pueden dejar de ser lo que son. La raíz de la contingencia es la materialidad[26]. La materia es sujeto potencial de la forma y, por tanto, es susceptible de perderla, a la vez que adquiere otra. Y como la materia nunca puede estar privada de alguna forma, se puede decir que el universo, en su conjunto, es físicamente necesario: puede ser corrompido, desorganizado en ciertos niveles, pero no completamente destruido o aniquilado, pues siempre subsistirían al menos los órdenes ínfimos de la materia. Esta necesidad no es, sin embargo, absoluta, como ahora diremos.

Los seres espirituales no están sujetos a la corruptibilidad propia del mundo material, ya que son simples y no tienen partes en la que puedan descomponerse; por eso, una vez que llegan a existir poseen el ser necesariamente y son naturalmente inmortales. Pero, siendo criaturas, no poseen el acto de ser por sí mismos, sino que lo reciben de Dios por creación. Cabe decir, entonces, que los seres espirituales son necesarios *ab alio* (como también lo es el mundo físico en su conjunto, según hemos dicho): reciben su necesidad del modo de ser que Dios les comunica.

Solamente Dios es Ser necesario «a se», pues sólo Dios se identifica con su propio Ser, teniéndolo de modo absoluto y sin depender de ningún modo de otro.

26. Cfr. Tomás DE AQUINO, *S. Th.,* I, q. 86, a. 3, c.

b) *En cuanto al obrar,* los conceptos de necesidad y contingencia se aplican teniendo en cuenta que, en este ámbito, a veces la necesidad suele contraponerse a la libertad. No consideraremos aquí en detalle la aplicación de estos conceptos a los seres espirituales, ya que es un tema propio de la psicología. Señalaremos solamente que el hombre, en su naturaleza espiritual tiene un obrar *necesario* en aquellos actos que derivan necesariamente de su naturaleza (por ej., desear la felicidad), y un obrar *libre* en los actos sobre los que tiene dominio, de modo que puede ponerlos o no por elección. La *contingencia,* en cambio, no se refiere estrictamente a la capacidad de obrar en un sentido u otro (o de no obrar) en virtud de la libertad, lo cual es una perfección, sino la posibilidad de fallar en los actos o de no conseguir el efecto buscado. Esto, obviamente, es siempre una imperfección. La misma actividad libre puede ser contingente, pues el hombre es capaz de usar mal de su libertad, al no encaminarla hacia el bien conveniente. Aquí consideraremos sólo la necesidad y contingencia físicas.

Con relación al par necesidad-libertad, cabe decir que *los seres materiales obran de modo necesario,* no libre, pues su actividad está enteramente determinada por su forma específica única. Aun así, en los vivientes superiores aparecen modos de conducta ligados a la apetición y al conocimiento sensible, que de algún modo preanuncian el obrar libre del hombre. El animal superior no actúa con una pura necesidad matemática –propia de los seres inorgánicos, dominados del todo por la cantidad–, pues su actividad posee ciertos márgenes de indeterminación debidos a una más amplia potencialidad activa, y no a una mera posibilidad de fallar. La contigencia señala, en rigor, la posibilidad de obrar defectuosamente.

La necesidad del obrar físico y sus márgenes de contingencia

Según se acaba de señalar, la actividad de los cuerpos está determinada por su forma específica: los seres materiales no tienen libertad, y sus acciones se cumplen de modo necesario. Esta necesidad operativa corresponde al modo más imperfecto del ser material. Se trata de una determinación rígida debida a que el ente material, más limitado y elemental, se dirige unívocamente hacia las acciones consiguientes a su única

forma específica. La inteligencia, en cambio, al conocer una pluralidad indefinida de formas, es decir, en cuanto está abierta al ser mismo de las cosas, constituye la raíz de la libertad[27].

De todos modos, *la necesidad del comportamiento de los seres materiales no es absoluta.* Por una parte, porque el ser físico no es absolutamente necesario, y depende enteramente de Dios, el Ser Necesario absoluto. En cualquier momento Dios podría suspender la acción propia de las causas segundas, o producir El mismo cualquier efecto mediante una intervención sobrenatural (que llamamos *milagro).* Por otro lado, *las causas físicas pueden fallar en su actividad.* Al ser su ser contingente, sujeto a cambio, puede suceder que estas causas no encuentren las condiciones necesarias para poder actuar, tanto externas como internas. Tal contingencia operativa puede obedecer a tres factores privativos:

a) falta de capacidad del agente (pérdida de fuerzas);
b) falta de capacidad receptiva en el paciente;
c) intervención perturbadora de una causa ajena.

Una causa física, pues, si bien por naturaleza tiende a producir ciertos efectos, y sólo éstos, puede ser impedida por algunos de esos factores (por ejemplo, la lluvia puede ser beneficiosa para la agricultura, pero a condición de que no surjan obstáculos en el cuadro de esos tres factores indicados).

Para evitar malentendidos, conviene distinguir entre *leyes* y *causas.* Aquí no decimos que las leyes sean contingentes o que puedan admitir excepciones (salvo por milagro), sino que los entes materiales concretos pueden fallar en su actividad (por ej., una planta puede no dar fruto). La ley física, en el sentido de que «puestas determinadas condiciones, se siguen necesariamente ciertos efectos», es necesaria y no admite excepciones (si bien esto es dicutido por los autores «indeterministas», como ahora veremos). Nótese además que *defecto* es un concepto teleológico, pues implica que el agente natural obra por un fin, que puede fustrarse. En el mundo físico vi-

27. Hay que distinguir entre la necesidad como *imperfección* (estar forzados a actuar de un modo determinado), y la necesidad como *perfección* (no poder fallar). Dios es absolutamente necesario en este último sentido. El tema requeriría otras aclaraciones, pero no corresponde a nuestra materia.

viente los defectos son obvios, pues los fines son patentes (cualquier enfermedad es un defecto). Pero también en el mundo inorgánico existen corrupciones y desórdenes particulares.

Determinismo e indeterminismo

La cuestión de la necesidad y contingencia del obrar físico se relaciona con el problema del determinismo. Hablamos de «determinismo causal» en el sentido de que las causas específicas tienden a producir *determinados efectos* y no otros. En el mundo físico reina, en general, el determinismo, pues de lo contrario el universo sería caótico. Sería irracional que de cualquier causa se pudiera esperar cualquier efecto. El determinismo es compatible con el principio de finalidad: los efectos regulares de una causa son precisamente los fines naturales de su actividad. Con ellos se consigue el bien del orden en la naturaleza. Con todo, ese bien puede comportar un mal para un ser particular, pues una forma priva de otra (el alimento es un bien para el animal que come, pero supone un mal para la presa capturada).

El principio de determinación causal no excluye la existencia de ciertos márgenes de indeterminación operativa. Sólo un indeterminismo total sería incompatible con la causalidad y con la existencia de leyes naturales. Es un error ligado al racionalismo la confusión de la causalidad con un determinismo rígido (por eso, algunos físicos, al creer encontrar en la naturaleza elementos de indeterminación, creyeron ver obstáculos contra la causalidad).

Hay una indeterminación debida a la perfección del obrar, y otra ligada a la posibilidad de un defecto. Apliquemos estos principios a tres ámbitos: al obrar libre del hombre, al obrar de los vivientes, y a la actividad de los seres inanimados.

a) *Obrar libre:* el obrar humano está inclinado al bien, y en este sentido tiene una determinación (la libertad no es indiferencia operativa). La indeterminación perfectiva de la libertad consiste en que el hombre puede escoger muchos fines particulares u obrar de modo múltiple y variado, no predeterminado por la naturaleza. A la vez, como el hombre no siempre conoce y controla las consecuencias de sus actos, pues éstas no dependen sólo de sus elecciones e intenciones,

muchas veces ocurre que no consigue lo que se proponía, o que se equivoca en sus actividades y proyectos. De ahí que en el obrar humano haya también amplios márgenes de defectos y una contingencia debida a su ignorancia o impotencia. Los defectos nacidos de una elección contraria a las normas morales constituyen, en cambio, un acto moralmente malo, del que el sujeto es culpable (pecado).

b) *Obrar viviente:* los animales actúan en virtud de su cònocimiento y apetición sensibles, lo que les da cierta indeterminación perfectiva en el obrar; a la vez, como este modo de actuar es muy limitado, resulta también contingente, sujeto a multitud de defectos y accidentes ocasionados por una mala actuación del organismo en sí mismo o en su relación con el ambiente externo. En última instancia, los defectos de la vida orgánica son necesarios, pues lo son el envejecimiento y la muerte.

c) *Obrar en el mundo inanimado:* en este ámbito parece dominar un determinismo más riguroso, en cuanto las causas actúan con una precisión matemática. Aunque la combinación de varias causas pueda parecer accidental, si cada una es necesaria, el resultado final también lo será. El problema de la existencia o no de algunos márgenes de indeterminación en el mundo inanimado está todavía abierto desde el punto de vista científico. Filosóficamente no parece inconcebible un mundo inanimado plenamente determinista o, al contrario, dotado de alguna contingencia operativa. Por otra parte, el mundo físico es contingente de modo pasivo, en cuanto admite una causa superior –en particular, libre– que modifique su curso (no decimos sus leyes, salvo una acción de Dios), porque la necesidad física no es «rigidez» operativa. De otro modo no sería posible la libertad humana, es decir, el dominio sobre el propio cuerpo y sobre el uso de las cosas.

La física moderna formula sus leyes muchas veces de modo estadístico, aunque esto de por sí no implica una contingencia natural, pues podría depender de defectos de nuestro conocimiento[28]. Cuando se habla de «leyes científicas nodeterministas», por lo general se alude al hecho de que las

28. Sobre las leyes estadísticas en la ciencia experimental, cfr. E. SIMARD, *Naturaleza y alcance del método científico,* cit., pp. 142-149.

formulaciones científicas no consiguen determinar con precisión los fenómenos observables, debido a las limitaciones de nuestro conocimiento. Esta idea parece aplicable, en principio, a las dificultades de la física moderna con relación al «principio de indeterminación» de Heisenberg, según el cual no se pueden medir exactamente y a la vez algunas de las magnitudes principales que se refieren a las partículas, como por ejemplo la «posición» y el «momento» del electrón. Las limitaciones de una determinada teoría física, de todos modos, no parecen ser base suficiente para afirmar que existe realmente en la materia un comportamiento indeterminado (y mucho menos para hablar de «libertad» de los entes materiales). Se trata, por otra parte, de formulaciones que –tanto en sí mismas como en su interpretación– son objeto de discusión en el terreno estrictamente científico, debido a la complejidad y dificultad del tema[29].

El indeterminismo cuántico, en cualquier caso, no significa que existan sucesos sin causa. Como se ha dicho anteriormente, no se debe identificar la causalidad con uno de sus modos particulares, como es la causalidad determinista (por ejemplo, un acto libre es indeterminado, y a la vez causado por la voluntad). Señala con claridad Max Born que «la afirmación frecuentemente repetida, según la cual la física moderna ha abandonado la causalidad, es del todo carente de fundamento. Es verdad que la física moderna ha abandonado y modificado muchos conceptos tradicionales: sin embargo, dejaría de ser una ciencia si hubiera renunciado a indagar las causas de los fenómenos»[30]. Y en otro sitio: «No es la causalidad,

29. La temática es ampliamente estudiada por F. SELVAGGI, en la 2.ª parte de *Causalità e Indeterminismo,* cit., pp. 183-423. Cfr. también I. D'ARENZANO, *Necessità e contingenza nell'agire della natura secondo San Tommaso,* «Divus Thomas», 64 (1961), pp. 27-69; C. FABRO, *Contingenza del mondo materiale e indeterminismo fisico,* en *Il problema della scienza,* AA.VV. ed. Morcelliana, Brescia, pp. 277-278; P. BAZZI, *Il principio di indeterminazione di Heisenberg e la dottrina di S. Tommaso sul determinismo in natura,* Atti del Congresso Internazionale 'Tommaso d'Aquino nel suo VII centenario', vol. IX, *Il cosmo e la scienza,* ed. Domenicane italiane, Nápoles 1974, pp. 269-275; J. E. BOLZAN, *Filosofía del indeterminismo cuántico,* «Sapientia», vol. XIX, Buenos Aires 1964, pp. 169-176.

30. M. BORN, *Filosofia naturale della causalità e del caso,* Boringhieri, Turín 1962, p. 14.

propiamente entendida, lo que viene eliminado, sino sólo una interpretación tradicional de ésta, que la identifica con el determinismo»[31]. Esa interpretación procede de Kant. Para Aristóteles, en cambio, muchas causas pueden ser contingentes, sujetas por tanto a factores fortuitos.

El azar[32]

La noción de azar está muy relacionada con la de contingencia. Sólo en un contexto de contingencia y de relativa indeterminación causal pueden presentarse acontecimientos fortuitos.

En ocasiones se habla de casualidad cuando hay una simple extrañeza del hombre debida al desconocimiento de las causas que han provocado un determinado efecto inesperado. Desde un criterio fenomenológico, un hecho casual es un hecho raro, poco frecuente, imprevisible, que no responde a ninguna ley o causa conocida. Decir que ese hecho ocurrió *por casualidad,* como si ésta fuera una causa explicativa, es como no decir nada o puede ser un modo de ocultar la propia ignorancia. Por otra parte, no es posible que un fenómeno se produzca sin causa, como ya se ha visto: si *azar* significara «acontecimiento sin causa», habría que decir que el azar no existe y que se reduce a ignorancia humana.

Sin embargo, llamamos *azarosos* a algunos acontecimientos por un motivo real: cuando dos amigos se encuentran por la calle «casualmente», se quiere decir que no intentaban encontrarse; cada uno desarrollaba una causalidad propia e independiente, y el encuentro *per accidens* de ambos es precisamente el hecho fortuito. Este ejemplo puede servirnos de modelo generalizable para definir el hecho casual.

Un hecho es casual cuando resulta del encuentro no intentado de dos o más causas contingentes, o al menos de una causa contingente con otra necesaria. El azar implica causas que no actúan con una necesidad completa, porque pueden fallar o variar de algún modo (causas contingentes, o causas libres).

31. *Ibid.*, p. 129.
32. Cfr. ARISTÓTELES, *Física,* II, 4-6; TOMÁS DE AQUINO, *In Phys,* II, 7-10; *S. Th.*, I, q. 116.

Si se trata de causas libres, se requiere también que el agente no domine del todo su actividad; por ejemplo, que ignore las consecuencias de sus actos en alguna medida. Con estos presupuestos, resulta posible que una causa se encuentre accidentalmente con otra, y que ese «encuentro» no sea resultado de ninguna intencionalidad natural ni voluntaria. Al hablar de «intencionalidad», es claro que se presupone una concepción teleológica de la naturaleza, sin la cual el azar es mucho más difícil de precisar.

Veamos algunos ejemplos concretos: es casual que a un peatón le pueda caer una piedra en la cabeza, pues ese hecho resulta de la conjunción accidental del trayecto seguido por el peatón y del seguido –por alguna causa determinada– por la piedra. Es casual que al tirar un dado salga el dos o el tres, incluso aunque la caída del dado esté físicamente determinada, porque el hombre no domina completamente su mano como para poder arrojar el dado previendo el resultado.

Puede discutirse si en la naturaleza inanimada existe o no realmente la casualidad. La respuesta a esta cuestión es correlativa al problema, visto en el apartado anterior, de la indeterminación de las causas físicas. El hecho de que la mayoría de los ejemplos de casualidad correspondan a los vivientes y a los hombres es una evidencia de que la casualidad está vinculada a la indeterminación causal.

Azar y origen de las cosas

Cuando se dice que algo surgió «por azar» en un sentido objetivo –no debido a la mera ignorancia de las causas–, no se está apelando a una misteriosa causa llamada *azar*, sino que se indica un proceso causal defectuoso o contingente, privado de finalidad inmediata, poco frecuente, del que pueden seguirse consecuencias positivas o negativas, beneficiosas o nocivas. En el mundo físico no existe un orden perfecto e ideal –como el que suele presentar la física clásica–, sino un orden contingente, en el que tiene cabida también el desorden, que es una privación relativa de orden (un desorden puro es ininteligible)[33]. Análogamente, el mal y las privacio-

33. Cfr. J.J. SANGUINETI, *La filosofia del cosmo in Tommaso d'Aquino*, ed. Ares, Milán 1986.

nes, siendo fenómenos *per accidens* –admitidos por la filosofía natural aristotélico-tomista– pueden tener consecuencias, a veces importantes, y por eso han de ser tenidos en cuenta en las consideraciones etiológicas.

Estas observaciones son válidas ante todo para la vida humana y para la existencia histórica. Por ejemplo, una persona puede realizar un descubrimiento importante «por azar», es decir, sin habérselo propuesto. No hay ningún motivo filosófico para excluir la intervención del azar en los fenómenos naturales, si existen causas verdaderamente contingentes. La herencia de la física clásica hace a los científicos sospechosos ante las explicaciones que acuden al azar, pero en cambio hoy el amplio desarrollo de la biología, prescindiendo de algunas exageraciones poco científicas, tiene en cuenta de manera positiva los fenómenos aleatorios. La existencia del azar no es irracional, como no lo es la existencia del mal. Ella implica sólo que en el mundo el orden se mezcla con el desorden, es decir, que el mundo físico es *contingente:* algunos eventos podían no haber sucedido, y otros en cambio podrían haber sucedido. El mundo admite en su curso muchas posibilidades, posibles órdenes particulares, y no uno sólo predeterminado.

Pero el azar no es la primera de las causas[34], como no lo es tampoco el mal, la privación, el desorden, que son causas *per accidens.* Un fenómeno casual exige la preexistencia de un conjunto ordenado de elementos, que en cierto sentido actúan de modo determinado, si bien *pueden* también obrar de una manera u otra, *dentro de ciertos márgenes* de posibilidades. En definitiva, el azar comporta *la existencia de un orden previo de substancias dotadas de potencialidades y orientadas a algunos fines al menos generales.* El hecho de que algunas cosas surgan «por azar», en este contexto, no significa que han llegado a ser *sólo* en virtud del azar, sino que proceden de causas contingentes y potenciales, que no tenían por qué actualizarse *necesariamente.* Igualmente, el azar no implica una total inexistencia de finalidad, sino sólo la existencia de una finalidad contingente y abierta a muchas posibilidades.

El orden producido por causas contingentes es también un orden maravilloso. La causa *última* de este orden se encuen-

34. Cfr. ARISTÓTELES, *Física,* 196 a 25 - 196 b 9.

tra en una Inteligencia superior que ha previsto tal orden contingente, con todas sus posibilidades. La existencia del azar en el curso de la naturaleza no se opone a la prueba de la existencia de Dios a partir de la contemplación del orden en el mundo. Dios prevé y establece un orden contingente, conociendo todas sus consecuencias, y en este sentido Dios es la Causa Primera de todo fenómeno, también del fenómeno fortuito producido por la causa contingente. «No es contrario a la Providencia de Dios que se den algunas cosas casuales y fortuitas«, afirma Santo Tomás[35]. Se puede decir también que, desde el punto de vista de la suprema causalidad de Dios, nada es casual de cuanto acontece en el mundo, pues nada escapa a la Providencia de Dios. El evento casual es tal por referencia a una causa próxima contingente[36].

En este sentido, en el proceso físico de formación del universo o de las especies biológicas la existencia del azar implica tan sólo que tal proceso es contingente y abierto a varias eventualidades, lo cual no lo priva en absoluto de orden, armonía y finalidad, ya que, como hemos dicho repetidas veces, el orden no tiene por qué ser confundido con un orden determinista.

35. Tomás DE AQUINO, *C.G.*, III, 75.
36. Cfr. Tomás DE AQUINO, *S. Th.*, I, q. 103, a. 7 ad 2.

CAPÍTULO VI

EL TIEMPO

El último de los temas sistemáticos que examinaremos en este curso de filosofía natural es el problema del tiempo. Los seres materiales tienen como característica esencial la duración temporal: debido a su materialidad, poseen una estabilidad en el ser sólo relativa, pues son entes mudables que realizan su modo propio de ser progresivamente. La temporalidad, por tanto, siendo una determinación accidental, afecta profundamente al ser corpóreo y en cierto modo concentra en sí todas las propiedades de las cosas materiales, ya que éstas se realizan siempre en las condiciones del devenir. *Ser*, para los entes corpóreos, significa ser *en el tiempo*[1].

1. LA TEMPORALIDAD DEL SER MATERIAL

La temporalidad del mundo material se presenta inmediatamente a nuestra experiencia. El sucederse temporal afecta

1. Sobre estos temas, cfr. ARISTÓTELES, *Física*, IV, 10-14; Tomás DE AQUINO, *In Phys.*, IV, 15-23; J.E. BOLZAN y A.A. BRABOSCHI, *La percepción del tiempo*, «Anuario Filosófico», 11 (1978), 1, pp. 19-37; M. BORDONI, *Tempo, quantità, anima nel pensiero aristotelico-tomista*, «Aquinas», 4 (1961), pp. 293-323; *Senso metafisico della durata temporale*. «Aquinas», 7 (1964), pp. 29-50; J.M. DUBOIS, *Les présupposés originels de la conception aristotéliciénne du temps*, «Revue thomiste», 63 (1963), pp. 389-423; *La signification ontologique de la définition aristotéliciénne du temps*. «Revue thomiste», 60 (1960), pp. 38-79 y 234-248; P. HOENEN, *Cosmologia*, cit., pp. 237-260; A. MANSION, *La théorie aristotéliciénne du temps chez les péripatéticiens médiévaux Averroés, Albert le Grand, Thomas d'Aquin*, «Revue néo-scolastique de Philosophie», 36 (1934), pp. 275-307; R. MASI, *Cosmologia*, cit., pp. 458-496; D. NYS, *Cosmologie*, cit. (III: «La notion de temps»); F. SELVAGGI, *Cosmologia*, cit., pp. 111-118 y 119-152.

a todo lo que nos rodea y también a nosotros mismos. Se halla, asimismo, en la base de cualquier experiencia científica, orientada en buena medida a determinar el orden sucesivo de los acontecimientos naturales.

La percepción del tiempo es manifiesta en la misma estructura lingüística común. Casi todas nuestras expresiones poseen un contenido temporal, reflejado en las formas verbales y en los adverbios temporales («estaré en casa»; «no puedo ir mañana»). Sin embargo, los términos empleados para denotar realidades temporales no siempre poseen un idéntico sentido. A veces indicamos con ellos *lapsos* más o menos largos de tiempo, o momentos *instantáneos,* acontecimientos *simultáneos* o bien *sucesivos,* expresiones todas ellas que contienen implícitamente una comprensión de eso que llamamos *tiempo.*

Existe cierta analogía entre las determinaciones temporales y espaciales: algo está en un *sitio,* como está en un *tiempo,* y tiene una extensión dimensiva que limita su ser corpóreo, así como tiene una extensión temporal que limita su existencia. Sobre todo se entrevé una conexión entre el ser y el tiempo: los verbos, que se reducen al verbo *ser,* conotan la temporalidad; el principio de no contradicción señala que algo no puede ser y no ser *a la vez.*

Naturaleza del ser temporal

El tiempo es objeto de estudio desde los orígenes de la filosofía. En Aristóteles encontramos un detenido análisis de la temporalidad[2] que, en sus líneas fundamentales, será asumido por Santo Tomás[3]. Aristóteles ya notó la conexión del tiempo con el cambio sucesivo (al cual nos referiremos, en general, al hablar de «cambio» y «movimiento»). Percibimos el transcurso del tiempo cuando observamos algún cambio sucesivo, ya sea exterior (un movimiento local, una alteración cualitativa) o interior (la sucesión de nuestros propios pensamientos). El tiempo parece ser *algo del* movimiento[4], pues si

2. Cfr. ARISTÓTELES, *Física,* IV, c. 10-14.
3. Tomás DE AQUINO, *In Phys.,* IV, 15-23.
4. Cfr. ARISTÓTELES, *Física,* IV, 11 (219 a 9-10).

no existiera ningún cambio, no existiría el tiempo, de modo semejante a como, si no se percibe cambio alguno (por ej., durante el sueño), tampoco se percibe el paso del tiempo. Sin embargo, el tiempo no se reduce al movimiento mismo[5], pues, al menos como primer dato fenomenológico que luego ha de explicarse, aparece como irreversible y como común a todas las cosas.

Sin entrar todavía en un mayor análisis, basta notar por ahora el sentido metafísico de la relación entre tiempo y cambio. El carácter temporal de los seres materiales es consecuencia de su modo de ser sujeto al continuo devenir.

> Los seres materiales son móviles, están compuestos de acto y potencia –tanto en el nivel substancial como en el accidental–, y realizan su modo de ser a través de cambios sucesivos por los que pasan de potencia a acto. El ser de los entes materiales, como se advierte a través de la experiencia, es un ser poseído de modo parcial, que nunca llega a realizar de modo estable y definitivo todas sus potencialidades.
>
> Además de estar sujetos a generación y corrupción substanciales, los seres materiales, incluido el hombre en sus aspectos corpóreos, están sujetos a continuos cambios accidentales, adquieren y pierden perfecciones, y tienen siempre una cierta «provisionalidad» en su ser. Desde luego, en ellos se da también una cierta estabilidad en el ser, diversa según la naturaleza específica de cada substancia material concreta; pero no se trata, en ningún aspecto, de una estabilidad definitiva, ya que pueden sufrir todo tipo de cambios accidentales, y también pueden corromperse substancialmente.

Este modo de ser peculiar les confiere la característica que llamamos «temporalidad» o «duración sucesiva»: una cierta «distensión» del ser a lo largo de diversos «momentos», uno sólo de los cuales, el presente, es real, o es en acto.

5. Cfr. *ibid.*, 10 (218 b 10-20).

El accidente «quando»

El modo de ser temporal de los entes corpóreos es verdaderamente una nueva categoría –accidental– de las cosas materiales: el *quando* [6]. Es una propiedad de todos los seres corpóreos, según la cual se predican de ellos tanto el ser como el obrar con referencia al pasado, al presente o al futuro. Se dice de algo que «es ahora», que «era» o que «será», para indicar las determinaciones temporales.

Lo que se predica de un ente puede ser su mismo ser, su naturaleza específica, o algún accidente (por ejemplo, si se dice de una persona que hace 30 años no existía, que ahora está de vacaciones, y que mañana viajará a Groenlandia). En cada caso, lo que se predica del sujeto es algo muy diverso. Pero, en todos ellos, al predicado correspondiente se le añade una determinación temporal: en el primer caso con referencia al pasado, en el segundo respecto al presente y en el tercero respecto al futuro.

Esa determinación temporal alude al ser sucesivo del ente en cuestión. Y, aunque lo que se le predique sea algo esencial (puede ser la misma esencia, como al decir de una persona que es un hombre), *la referencia temporal es de todos modos accidental.* En efecto, el que una persona no existiera hace 30 años afecta a su naturaleza individual concreta que, evidentemente, no existía entonces en la realidad, pero la referencia temporal en sí no forma parte de la esencia de ese ente; si esa determinación temporal fuera esencial, entraría dentro de la definición de la esencia del ente, lo cual no es cierto. Por supuesto, puede suceder que, debido a las condiciones dadas en un determinado momento, sea o no posible de hecho que exista un ente concreto: pero esto se deberá a las causas reales que determinan su existencia, no a la referencia temporal como tal.

La predicación accidental por la que se relaciona un ente material con su ser sucesivo se fundamenta en el accidente «quando». *El «quando» es el accidente del ente corporal en cuanto cambia sucesivamente.* Según este accidente, lo que se

6. Cfr. Tomás DE AQUINO, *In Phys.*, III, 5 (322); V, 3 (662); *In Metaphys.*, V, 9 (892); V, 17 (1005); XI, 12 (2377).

predica de un cuerpo se relaciona con un estado pasado (atribuyéndole lo que entonces «era»), con un estado futuro (atribuyéndole lo que «será»), o con el estado presente (atribuyéndole lo que «es» ahora).

El «quando» es un accidente real de los seres corpóreos, como el «ubi» o la localización. Las medidas para determinar el «cuándo» y el «dónde» pueden ser variadas y aun convencionales (por ej. tal persona vivió entre tales fechas), pero se apoyan en un modo de ser real, que es la situación temporal y local de una cosa o acontecimiento. Y así como el *ser-ahí* implica una serie de relaciones reales con el entorno dimensivo de otros cuerpos en contacto, el *ser-en tal momento* supone una serie de relaciones reales con las sucesiones de los cuerpos vecinos en contacto.

Este aspecto *extrínseco* y *relativo* del «quando» –semejante al del «ubi»– se manifiesta si consideramos las predicaciones temporales concretas: situamos en el tiempo un hecho según relaciones con otros cambios o movimientos del entorno físico. Así, para determinar «cuándo me he despertado», hemos de relacionar este suceso («despertarme»: cambio cualitativo) con otros sucesos vecinos («al salir el sol», «cuando sonó el despertador», «a las 7,15»: esto es, «cuando mi reloj señalaba las 7,15). Precisamente por eso no puede decirse que el universo haya sido creado en un determinado momento, ya que no hay un término externo de comparación, así como no está situado en ningún lugar externo al mismo universo.

En sentido estricto, *el «quando» sólo se da en los entes corpóreos,* sujetos a cambio sucesivo. De modo analógico, se puede atribuir a las criaturas espirituales (los ángeles), en cuanto son entes creados que pasan de potencia a acto, aunque según una modalidad peculiar. En cambio, no se puede atribuir de ningún modo a Dios, que es Acto Puro: Dios no tiene duración alguna sino que «es» un constante y uniforme presente, siendo el mismo Ser por esencia, totalmente y siempre a la vez.

Examinaremos ahora brevemente lo que puede llamarse «grados de duración», que corresponden a los «grados del ser». Aunque haremos referencia a los seres espirituales, que no caen directamente bajo el tema propio de la filosofía natural, estas consideraciones seguramente ayudarán a perfilar más los temas que estamos estudiando.

2. Grados de ser y duración

Nuestra experiencia de la temporalidad va unida a una experiencia de la permanencia en el Ser. En los seres materiales, aunque estén sujetos a continuos cambios, descubrimos también un principio de estabilidad o permanencia, si bien imperfecto. Se puede hablar de una *permanencia en el ser* o *duración* de los cuerpos –la «cantidad de tiempo» en la que existen– dejando de lado los aspectos mudables del ente y considerando únicamente su ser, que concebimos como «extendido temporalmente» o poseyendo una cierta «duración».

En este sentido, la duración –que en Santo Tomás es una categoría superior al tiempo– puede atribuirse analógicamente a todos los entes, aun a los no materiales. Según los grados y modos de *tener el ser*, surgirán los grados y modos de la *duración*.

La distinción básica al respecto, evidentemente, se da entre Dios y los seres creados. Dios es su Ser y, por tanto, es su misma duración, que se llama *eternidad*[7]. En cambio, los entes creados no son su ser: lo tienen de modo limitado, es decir, tienen un modo de ser relativo a una cierta especie; por este motivo, las cosas finitas siempre están en potencia bajo algún aspecto, y a veces pueden cambiar; su duración –permanencia en el ser– no tiene carácter absoluto.

La eternidad es propia y exclusiva de Dios, y se sitúa en un plano diferente al de la duración de cualquier ente creado[8]. Aun suponiendo un ente creado sin principio ni fin, no por eso sería eterno: al poseer el ser de modo limitado y no absoluto, estaría en potencia en algún sentido (no importa que, en el lenguaje ordinario, la eternidad suele identificarse con la simple «duración infinita»)[9].

Por debajo de la eternidad divina, en los entes creados hay diversos grados de ser y de obrar, y por tanto diversos grados de duración o de perseverancia en el ser. La duración más perfecta entre los entes creados corresponde a los seres

7. Cfr. Tomás De Aquino, *S. Th.*, I, q. 10, a. 1.
8. Cfr. *ibid.*, a. 3-4.
9. Cfr. J.I. Saranyana, *Santo Tomás, «De aeterintate mundi contra murmurantes»*, «Anuario Filosófico», 9 (1976), pp. 399-424.

espirituales. No sujetos a la corruptibilidad, son naturalmente inmortales, como antes hemos señalado, y por tanto participan en cierta manera de la eternidad de Dios. La «medida» de esa duración, que es como una «eternidad participada», es denominada *evo* por los teólogos clásicos. La «eviternidad» de las criaturas angélicas viene a ser como su temporalidad, al modo de un intermedio entre el tiempo de las cosas corpóreas y la eternidad de Dios[10].

La duración más imperfecta es propia de las substancias materiales, sujetas a trasmutaciones tanto en el orden substancial como en el accidental. Las cosas materiales poseen el ser de modo contingente, como ya hemos visto. Su ser se desarrolla en sucesión, de manera que su permanencia en el ser es la duración en el *tiempo,* en el que tanto el ser como el obrar están sujetos a sucesivas actualizaciones de aspectos potenciales.

La correlación entre ser y tiempo permite comprender más profundamente los grados de temporalidad de las cosas materiales. En este estudio de filosofía natural nos situamos en el nivel de lo que podría llamarse el «tiempo cosmológico», que nace de la sucesión continua. Pero se ha de tener presente que incluso en los vivientes ya se manifiestan formas más altas o «concentradas» de ser (de vivir) en la temporalidad (el viviente, sobre todo el animal con memoria, recoge en su interioridad el pasado, y se proyecta en cierto modo hacia el futuro, y esto significa que su ser está «menos disperso»). La temporalidad humana, que se ha de estudiar en antropología, es la *historia,* a la que pertenecen aspectos específicos como la tradición, el progreso, la libertad, etc. La temporalidad del hombre, al incluir también la dimensión espiritual, no es nunca una «pura temporalidad»: ella se conecta, en la vida personal de cada uno, con la eternidad, con la trascendencia de Dios, en quien está el destino último de una vida que no acaba. El hombre, como decían los neoplatónicos, está situado en el confín entre el tiempo y la eternidad. Las cosas temporales no tienen un sentido último en la vida humana, porque están siempre de alguna manera en relación con la eternidad de Dios, y por eso adquieren un valor, cuan-

10. Cfr. Tomás DE AQUINO, *S. Th.*, I, q. 10, a. 5.

do son bien empleadas, de participación del hombre en la eternidad.

3. La noción de tiempo

Después de haber examinado los aspectos más metafísicos del ser temporal de los entes materiales, pasamos al estudio de las características propias del tiempo. Como hemos visto, la duración sucesiva es propia de los seres mudables: el *antes* y el *después* son elementos inherentes a la duración de las cosas cambiantes. La duración queda así «fragmentada» en unidades finitas que se suceden unas a otras. Y aquí surge el tiempo, como «cantidad» o «medida» de lo que constituye la manifestación sucesiva de las duraciones móviles: los movimientos. Y al medirlos, el tiempo mide la misma duración del ente móvil en su ser (por ej., al decir que «tal persona vivió *tantos* años).

El tiempo, medida del movimiento

En la experiencia ordinaria y en la experimentación científica, el tiempo se refiere siempre a la medida de algún movimiento. Concretamente, se escoge un movimiento que manifiesta una regularidad uniforme, y a partir de él se toman unas unidades a las que se refiere cualquier otro movimiento. Por ejemplo, la división del tiempo habitualmente utilizada en años, días, etc., se ha basado en la traslación de la tierra alrededor de sí misma y alrededor del sol, aunque actualmente se recurra a otros movimientos más regulares y precisos.

Por tanto, el tiempo implica la medida de un movimiento, y una comparación con las unidades escogidas como patrón. También cuando algo está en reposo –al menos, aparentemente–, su duración se mide por referencia a las unidades de tiempo, que siempre se toman a partir de un determinado tipo de movimiento.

> Nos referimos aquí a lo que puede llamarse «tiempo físico», relacionado con la medida de la duración real de los cuerpos. No aludiremos –aunque bajo otros aspectos tiene su importancia– a lo que sería un «tiempo psicológico» o subjetivo, relacionado con la impresión personal que pro-

vocan los distintos sucesos. De todos modos, tabién ese tiempo psicológico se encuentra relacionado con el movimiento, puesto que supone una valoración de la rapidez o lentitud con que transcurren los acontecimientos.

De modo general, y prescindiendo de los sistemas adoptados para llegar a medidas concretas, puede afirmarse que *el tiempo es la medida del movimiento según el antes y el después,* tal como lo expresa la definición clásica: «numerus mòtus secundum prius et posterius»[11]. En esta definición:

– el «antes» y el «después» son a manera de partes del movimiento, pero sólo en cuanto unas *suceden* a otras. No son partes dimensivas, como es obvio;

– el tiempo es «medida del movimiento» porque la sucesión posee cierta cantidad. No se toma el término «medida» en relación a unas unidades determinadas, sino más bien para expresar la «cantidad» finita del movimiento en lo que tiene de sucesivo en continuidad estricta. Recuérdese que el movimiento sucesivo es un «continuo que fluye», y precisamente por esto se distinguen en él sectores relacionados con el «antes» y el «después»;

– indirectamente, el tiempo mide también el reposo o privación de movimiento, ya que la permanencia en ese estado se encuentra relacionada con diversos movimientos sucesivos y, por tanto, su duración admite una medida.

El tiempo, por tanto, no es el movimiento, pero es casi como un accidente o determinación del movimiento, ya que es su medida en lo que tiene de cantidad sucesiva. Puede decirse que el tiempo es «causado» por el ente móvil, en cuanto este ente va cambiando.

La noción de tiempo que aquí se ha expueto no puede tomarse, naturalmente, como una definición en sentido estricto. Se trata sólo de una noción descriptiva. Realmente es imposible definir rigurosamente el tiempo, ya que, como sucede con otras nociones primarias (la cantidad, la cualidad, etc.), cualquier definición que se intente dar implicará que ya se posee una cierta noción de lo que es el tiempo (el «antes» y el «después» de hecho implican el tiempo).

11. Cfr. ARISTÓTELES, *Física,* IV, 11 (219 b 1-2); Tomás DE AQUINO, *In Phys.,* IV, 17 (580): *S. Th.,* I, q. 10, a. 1, c.

Tiempo real y tiempo abstracto

Como medida de un movimiento real, el tiempo es una cierta «cantidad» real (respecto a la sucesión, no a la extensión), que se percibe a través de los sentidos internos: lo conocemos relacionando diversos hechos de experiencia, mediante la memoria. No se trata de una construcción de la mente: es independiente de ella, ya que el ser de los cuerpos no depende de la inteligencia, y su duración tampoco.

En este sentido, podemos hablar de un tiempo *real;* aunque no se trata de un ente substancial, es una medida real de una duración real. Tal tiempo, siendo una cantidad en flujo, que se desenvuelve sucesivamente, no se da «todo» en acto, sino que tiene la misma potencialidad característica del movimiento al que mide.

Pero cuando el hombre pretende determinar esa cantidad sucesiva de los cambios, se ve obligado a *abstraer* cierto tipo de sucesiones más o menos regulares y a aplicarlas, en la medida en que sea posible, a diversos tipos de movimientos. Este es el *tiempo abstracto,* o tiempo como «medida» operada por la razón mensurante, de modo análogo a como a partir de la multiplicidad real el hombre abstrae y construye la serie de los números abstractos. Hagamos notar que, cuando el hombre piensa ordinariamente en el tiempo como una «entidad» que fluye uniforme y universalmente, se refiere al tiempo abstracto (o aún «imaginario»).

Ya Aristóteles señalaba que el tiempo puede considerarse como un *número numerante* (abstracto) o *numerado* (concreto)[12]. Más propiamente es, en cuanto real, número *numerable,* por su carácter potencial en flujo, pues como actualidad plena, al igual que el movimiento, existe sólo en la mente. La sentencia aristotélica –introducida sólo como objeción a la que luego se responde– de que «sin el alma no hay tiempo»[13] vale para el tiempo abstracto. Santo Tomás afirma que «el tiempo tiene su fundamento en el movimiento, en lo que éste tiene de anterioridad y posterioridad. Pero el elemento formal del tiempo, es decir, la numeración, se completa en la

12. Cfr. ARISTÓTELES, *Física,* IV, 11 (219 b 5-9).
13. ARISTÓTELES, *Física,* IV, 14 (223 a 21-26).

operación del intelecto numerante»[14]. Aún más claramente: «lo anterior y posterior del movimiento, en cuanto numerables, *son* el tiempo mismo»[15].

> En este contexto, puede decirse que sólo existe realmente el tiempo presente: en efecto, el pasado ya no existe, y el futuro todavía no existe. El pensamiento humano puede considerar el pasado y el futuro, pero fuera del pensamiento sólo existe el presente. Evidentemente, los sucesos pasados tienen repercusiones en el presente, y los presentes las tienen en los futuros: pero lo que existe independientemente de la consideración mental es el presente, con determinadas relaciones respecto a los sucesos pasados y futuros.

El tiempo abstracto tiene un carácter de totalidad, ya que la mente sitúa en relación a él todos los sucesos, tanto los pasados como los presentes y los futuros. Lo tomamos como si tuviera un carácter de totalidad, y podemos también considerar un período de tiempo prescindiendo de los sucesos reales (por ejemplo, cuando pensamos en un período de tres años, o de dos horas). Al considerar este tiempo abstracto, podemos separar sus partes, o reunirlas, dividiendo el tiempo en años, meses, días, etc., según ciertos procedimientos convencionales, y podemos comparar esas partes según relaciones de anterioridad y posterioridad.

Los procedimientos mediante los cuales se intenta determinar una referencia general para medir todos los tiempos de los movimientos concretos son usados en la vida ordinaria y, de modo más especializado, en las ciencias experimentales, en las que el tiempo abstracto se relaciona con teorías matemáticas que permiten tratarlo como una magnitud sujeta a cálculo y a aplicación experimental.

Características del tiempo en cuanto «cantidad» del movimiento

Señalaremos ahora tres características del tiempo, que surgen de su carácter «cuantitativo»:

14. Tomás DE AQUINO, *In Sent.*, I, d. 19, q. 2, a. 1.
15. Tomás DE AQUINO, *In Phys.*, IV, 23 (629).

a) Como todo lo que es cuantitativo, el tiempo *admite un más y un menos:* se puede hablar de determinadas «cantidades» de tiempo. Por eso, el tiempo *es mensurable,* como se ha dicho, *y es susceptible de tratamiento matemático:* se puede representar mediante una magnitud abstracta, determinando las relaciones de esa magnitud con los resultados de la experimentación, y de este modo puede formar parte de las teorías matemáticas y fisico-matemáticas.

b) Como toda cantidad continua, *el tiempo es divisible indefinidamente en partes, y no se resuelve nunca en partes indivisibles.*

> Esto significa que, *dada una cantidad de tiempo, siempre es divisible en cantidades menores,* aunque nunca se llegará, de hecho, a un número infinito de pequeñas cantidades de tiempo como algo actualmente existente.
>
> Por otra parte, *de esa divisibilidad indefinida resulta que no puede llegarse a «partes indivisibles» del tiempo;* aunque existan teorías que parecen dirigirse en esa dirección –intentando, por ejemplo, determinar los «átomos» de tiempo, que en ocasiones han recibido el nombre de «cronón»– esos intentos, en caso de tener algún éxito; lo tendrían en el plano de las aplicaciones científico-experimentales solamente, ya que no es posible que tales «átomos» de tiempo existan en la realidad, si por ellos se entiende un instante indivisible, sin un mínimo de duración. Pero no excluimos que sean *físicamente* indivisibles, si es que existen unidades sucesivas físicamente indivisibles (lo que se excluye es una última indivisibilidad matemática).

c) *Las medidas temporales concretas dependen del tipo de movimiento medido.* Evidentemente, un cambio instantáneo no tiene duración y, por tanto, no le corresponde una cantidad de tiempo; es lo que sucede con los cambios substanciales: aunque se dé en un momento determinado, y pueda situarse en un tiempo, ese cambio en sí es instantáneo, ya que la materia prima no puede estar informada a la vez por dos formas substanciales diversas, ni encontrarse sin ninguna. Un cambio sucesivo tiene duración, y le corresponderá una cantidad de tiempo: por ejemplo, un movimiento local en el que se recorre una distancia larga tiene mayor duración, y

por tanto, exige una medida mayor de tiempo, que un movimiento con un camino más corto.

En sentido estricto, *cada ente, en cuanto tiene movimientos propios, tiene su propio tiempo.* La medida del tiempo según determinadas unidades supone que se utilice el tiempo de un cierto movimiento como patrón para determinar el movimiento de otros cuerpos, estableciendo unidades concretas. Así, el movimiento de ciertos entes es medido por el tiempo que ellos mismos causan, mientras el movimiento de los demás es medido por un tiempo ajeno, que es el de los cuerpos cuyos movimientos se han tomado en consideración inicialmente[16].

En base a las consideraciones precedentes, añadimos las siguientes observaciones:

- *Irreversibilidad del tiempo:* suele decirse que el tiempo es irreversible, mientras que no lo es el movimiento (en consecuencia, nadie puede «volver al pasado»). En realidad, si el tiempo es irreversible, es porque la sucesión misma lo es: pueden repetirse específicamente los mismos movimientos, pero no numéricamente. Si al movimiento A sigue uno exactamente igual A', este último siempre será *otro* movimiento, situado *después* de A. Los antiguos mantenían una *concepción cíclica* del tiempo, en el sentido de que todos los acontecimientos volvían a reproducirse específicamente. Esa concepción, ya desautorizada por la Revelación cristiana, no es hoy científicamente sostenible. Cuando la novedad de los eventos procede de actos libres, el tiempo recibe un nuevo nombre: la *historia* (impropiamente, se habla también de una «historia de la naturaleza», aludiendo a cambios inéditos).

- *Tiempo absoluto:* el tiempo es intrínsecamente relativo porque mide el movimiento, que es relativo. Concebido como un ser que fluye unidireccional y uniformemente, conteniendo en sí a todos los seres del mundo, es sólo una abstracción. El tiempo «absoluto» fue utilizado como un recurso métrico por la física clásica, aunque a la vez fue teorizado y recibió, igual que el espacio absoluto, un tratamiento ontológico inadecuado. Para Kant, ese tiempo era una forma *a priori* de la sensibilidad humana, análoga a la forma *a priori* del espacio. En realidad, no se observa en la mente humana tal intuición

16. Tomás DE AQUINO, *De Malo.*, q. XVI, a. 4, c.

a priori, la cual es sólo una de las muchas formas posibles de articular el tiempo abstracto. La temporalidad implica un elemento subjetivo en cuanto se introduce la medición humana, pero sobre la base objetiva, como hemos visto, del movimiento en lo que éste tiene de sucesivo.

• *Viajes en el tiempo:* la idea de viajar a través del tiempo, como si éste fuera un «espacio» recorrible, es puramente imaginativa. El lenguaje temporal («avanzar hacia el futuro», «el tiempo va más rápido»), aunque tiene cierto sentido práctico, introduce muchas veces una confusión ontológica, pues tiende muy fácilmente a substancializar el tiempo. En estos casos conviene tener presente un punto fundamental: la realidad son las *sucesiones,* y son éstas las que pueden producirse con rapidez o lentitud, sabiendo que la velocidad es relativa (pues implica una comparación entre sucesiones). «Ir hacia el pasado» es contradictorio, porque el pasado ya no existe. Dios ve todos los sucesos desde la Eternidad, pero esto no elimina la realidad de la sucesión de los acontecimientos. Sólo el presente es y todo lo que los seres tienen de actual, es presente.

El instante

Hemos dicho que no es posible obtener un «tiempo» como suma de instantes o unidades indivisibles de tiempo. El instante, sin embargo, es real, no como «parte» del tiempo, sino como su *límite*[17], en cuanto señala el comienzo o el fin de un proceso temporal, es decir, de un movimiento real que empieza y acaba. Los cambios instantáneos implican también la realidad de ciertos instantes[18].

El *instante presente,* límite móvil que separa y a la vez une el pasado con el futuro, es lo más real y actual del tiempo. El tiempo, en efecto, no posee un ser fijo en las cosas. Propiamente sólo incide en ellas según el *ahora,* que es del tiempo pero *no es* transcurso de tiempo. «Nada es actual en el

17. Cfr. ARISTÓTELES, *Física,* IV, 13 (222 a 11-12); Tomás DE AQUINO, *In Phys.,* IV, 18.
18. Cfr. Tomás DE AQUINO, *De Ver.,* q. 28, a. 9, c.

tiempo, sino el ahora»[19]. «Nada es real del tiempo, sino el ahora»[20], que corresponde al ser en acto.

Pero la actualidad del instante no es tampoco completa: su ser no es estable, sino en continuo flujo. Así como el movimiento es un acto imperfecto, en vías de hacerse, del mismo modo el ser del instante no es un acto pleno, sino que *se va haciendo.* Esta es precisamente la diferencia entre el tiempo y la eternidad: mientras que el «ahora» del tiempo ès móvil, transeúnte, la eternidad consiste en un «ahora» estable y definitivo, poseído de modo completo.

4. La teoría de la relatividad[21]

La teoría de la relatividad, formulada por A. Einstein en 1905 (relatividad especial) y en 1916 (relatividad general), supuso un importante cambio en las nociones científicas de tiempo y espacio, llevando a abandonar la idea de su carácter absoluto, propia de la física de Newton. Desde su nacimiento se prestó a diversas valoraciones filosóficas.

Desde el punto de vista físico, la teoría goza hoy de una amplia base experimental y de aplicaciones prácticas (sobre todo la relatividad especial). Para la filosofía de la naturaleza posee un especial interés, en cuanto revela o puede revelar aspectos reales del universo físico. Sólo presentaremos aquí un breve resumen de esta teoría y algunas observaciones sobre su alcance filosófico.

La relatividad galileana

La idea de que el movimiento es relativo se halla presente ya en la antigüedad. Resulta difícil, en ocasiones, saber qué

19. Tomás De Aquino, *S. Th.*, I, q. 66, a. 4, ad 5.
20. Tomás De Aquino, *S. Th.*, I, q. 46, a. 3, ad 3.
21. Puede considerarse este apartado como un apéndice al estudio del tiempo. Entre la numerosa bibliografía disponible, una buena introducción de carácter divulgativo se halla en A. Einstein, *Sobre la teoría de la relatividad especial y general,* Alianza, Madrid 1984; en J.L. Synge, *Hablando de la relatividad,* EUNSA, Pamplona 1976; o en AA.VV. *La teoría de la relatividad,* selección de L. Pearce Williams, Alianza, Madrid 1973.

se mueve y qué permanece en reposo, como sucede al contemplar el movimiento celeste[22]. En la filosofía y en la ciencia antigua, sin embargo, la concepción geométrica del universo proporcionaba una referencia absoluta que permitía discernir sin problemas el movimiento del reposo.

Gracias al principio de inercia, la física clásica logró formular la mecánica relativísticamente, esto es, de modo tal que sus leyes poseían la misma forma en todos los sistemas de referencia inerciales (es decir, con movimiento rectilíneo y uniforme). Esto se denomina actualmente *el principio de relatividad de Galileo.* Ningún fenómeno mecánico interno a un sistema inercial puede hacer notar su estado de movimiento (uniforme) o de eventual reposo; por ej., encerrados en un tren en marcha con velocidad uniforme, salvo rozamientos o frenazos y excluidos los medios ópticos, en base a su situación interna no se nota si el tren se mueve o no: la inercia, por sí sola, impide saber si un cuerpo se mueve o no.

Este fenómeno se expresa matemáticamente con las «transformaciones de Galileo», en virtud de las cuales las ecuaciones mecánicas son invariantes aun pasando de un sistema inercial a otro con el que el primero esté en relación de movimiento rectilíneo uniforme.

A pesar de esta formulación relativista, la mecánica newtoniana siguió aceptando la existencia de una referencia absoluta del movimiento: el espacio y el tiempo absoluto de Newton. La relatividad galileana era una propiedad de la mecánica, pero no de toda la física, como se puso de manifiesto especialmente con la formulación de las leyes del electromagnetismo de Maxwell, que no obedecían a ese principio de relatividad. La idea de una referencia absoluta del movimiento se mantuvo hasta el siglo XIX, aunque la noción de éter sustituyó la función del espacio absoluto de Newton.

Esta situación no era del todo satisfactoria, y se agravó con el fracaso del experimento realizado por A. Michelson y E. Morley en 1887 para determinar la velocidad de la tierra con respecto al éter. Una consecuencia de la física clásica era la ley de adición de velocidades (así, un pasajero en una nave, si camina en la dirección de la nave, se mueve respecto

22. Cfr. Tomás DE AQUINO, *In de Coelo,* II, 11.

del agua a una velocidad que es la suma de la suya y de la del navío). En virtud de esa ley, debería registrarse una diferencia de velocidades de la luz, según la dirección del movimiento de la tierra (velocidades respecto del «éter» como marco de referencia absoluto). Tal diferencia no se manifestó en el experimento indicado. La luz parecía desplazarse por igual en cualquier sentido, sin seguir la ley de suma o resta de velocidades, lo que hizo entrar en crisis la teoría del éter como referencia absoluta del movimiento.

La teoría especial de la relatividad

La solución del problema fue presentada por Einstein en 1905[23], ampliando el principio de relatividad a los fenómenos electromagnéticos, bajo el presupuesto de la *constancia de la velocidad de la luz*. Este último principio desempeña una función análoga al de la inercia para la relatividad galileana: así como en esta última la inercia impide discernir si un cuerpo está en reposo o se mueve uniformemente, así también la constancia de la velocidad de la luz impide utilizarla como señal para discernir si un cuerpo está en reposo o se mueve uniformemente (esto es, para detectar movimientos absolutos).

La teoría de la relatividad restringida utiliza matemáticamente las «transformaciones lorentzianas» –ya formuladas por Lorentz–, según las cuales las ecuaciones de la mecánica y del electromagnetismo son invariantes al pasar de un sistema a otro con el que el primero esté en relación de movimiento rectilíneo uniforme (es decir, se trata de dos sistemas «inerciales»).

Al hacerse absoluta esa «invariante universal», el espacio y el tiempo automáticamente dejan de ser absolutos y se vuelven relativos al observador (a su estado de movimiento). De este modo, un «intervalo espacial» (la longitud de un sólido rígido, por ejemplo) o uno «temporal» (entre dos sucesos, como ocurre en el batir de un reloj), ya no pueden medirse con independencia del estado de movimiento del observador que efectúa la medición. No puede decidirse *a priori* que esas

23. Cfr. A. EINSTEIN, *Zur Elektrodinamik bewegter Körper,* «Annalen der Physik» (4), 17 (1905), pp. 891-921.

medidas concuerden o no para observadores distintos, cuyos sistemas de referencia son distintos.

En consecuencia, el tiempo medido por un observador no concuerda necesariamente con el tiempo medido por otro en movimiento. Cada observador posee su «tiempo propio». Y del mismo modo, tampoco concordarán las medidas espaciales. Aunque las «varas de medida» y los «relojes» sean físicamente iguales, las medidas que con ellos se efectúen dependerán del sistema de referencia, es decir, del estado de movimiento del observador. Evidentemente, las diferencias en estas mediciones son relevantes únicamente cuando la velocidad relativa de los sistemas comprados es cercana a la velocidad de la luz (para las velocidades ordinarias en la tierra, las transformaciones de Lorentz se reducen a las de Galileo).

No hay en la teoría de la relatividad restringida una «relativización» de la realidad física, sino sólo del espacio y del tiempo, sobre la base de algunos aspectos *absolutos* de la naturaleza: el carácter invariante de las leyes físicas, válidas ahora en cualquier sistema de referencia inercial; la velocidad constante de la luz; el «intervalo espacio-temporal» entre dos sucesos, que posee un valor único en todos los sistemas de referencia inerciales.

Consecuencias de la relatividad especial

a) *Relatividad de la simultaneidad:* los sucesos que resultan simultáneos para un observador, pueden no serlo para otro, ya que la luz llega por vías diversas. No cabe hacer «correcciones», pues no hay un sistema privilegiado para averiguar «quien tiene razón».

b) *Relatividad del orden temporal:* si la simultaneidad es relativa, el orden temporal entre dos sucesos *causalmente no conectables* puede resultar también invertido. No por esto queda relativizado el orden pasado-presente-futuro, pues este orden es absoluto entre sucesos causalmente conectables: para la teoría de la relatividad, la relación causal es temporal y determina una sucesión absoluta de pasado a futuro.

c) *Contracción de longitudes:* la longitud de una barra medida por un observador con movimiento relativo hacia ella resulta menor que para un observador en reposo respecto de ella.

d) *Dilatación de tiempos:* como se ha dicho, la medida del tiempo varía para diversos observadores; cada uno tiene su propio tiempo, y no puede sincronizarlo con el de los demás. El tiempo transcurrido entre dos sucesos es menor si lo mide un observador móvil respecto de ellos que si lo mide un observador en reposo.

e) *Consecuencias dinámicas:* la relatividad modifica también algunos aspectos de la dinámica clásica. La masa y la energía se vuelven equivalentes, y con la velocidad aumenta la masa del cuerpo, ya que aumenta la energía necesaria para poder acelerarlo ulteriormente.

Los puntos precedentes implican que las medidas de espacio y tiempo no son ya independientes entre sí, sino interdependientes respecto al estado de reposo o de movimiento relativo que se da entre el observador y el fenómeno observado. Con esto, las medidas espacio-temporales se vinculan en un «espacio tetra-dimensional», el *espacio-tiempo,* representado en el «universo de Minkowski» (el tiempo es aquí la cuarta dimensión).

De ningúna manera significa esta integración que el tiempo sea reducido a una dimensión espacial, ni viceversa. Al contrario, éste conserva una heterogeneidad respecto a las otras tres dimensiones espaciales, por ejemplo, porque no es reversible en sucesos causalmente conectados. Mucho menos reversible lo es en la relatividad general, de la que ahora hablaremos, en la cual el tiempo no se «cierra», como en cambio ocurre con las otras tres dimensiones[24].

La relatividad generalizada

En 1916 Einstein amplió el principio de la relatividad a los sistemas no inerciales, que implican movimientos acelerados[25]: tampoco estos movimientos son absolutos, sino relativos a otros cuerpos. Para ello, el principio fundamental –análogo al de la constancia de la velocidad de la luz en la re-

24. Y aún menos reversible es el tiempo en los modelos de universo evolutivos (Friedmann, Lemaître, Gamow), hoy dominantes e inspirados en la teoría de la relatividad.

25. Cfr. A. EINSTEIN, *Die Grundlage der allgemeine Relativitätstheorie,* «Annalen der Physik» (4), 49 (1916), pp. 762-822.

latividad especial– es la *equivalencia entre las fuerzas inerciales y gravitacionales.* No hay movimiento acelerado absoluto, porque siempre se puede suponer un campo gravitatorio correspondiente. La inercia vencida de un cuerpo (resistencia que pone para ser movido) supone –como ya había sido sugerido por Mach– que todo el universo está influyendo en ese cuerpo (como ejemplo ilustrativo, suele ponerse el del ascensor cuya aceleración, desde dentro, puede interpretarse como que una soga lo sube y baja, o como que varía la gravitación terrestre).

Las exigencias de invariancia en el orden matemático se satisfacen aquí en las «transformaciones gaussianas», según las cuales las coordenadas espacio-temporales varían de un punto a otro del espacio según la presencia de materia en esos puntos.

Con la teoría general de la relatividad, la acción gravitacional ya no se concibe como acción a distancia (o instantánea) entre puntos de un espacio absoluto, al modo de la física newtoniana. La gravedad es una propiedad de la misma materia que se distribuye sin hiatos en todo el universo y que le da una «curvatura» representada por el espacio de Riemann (espacio cuatro-dimensional curvado). Las medidas de espacio y tiempo dependen de la distribución de materia en el univero (así, cuanto más intenso es el campo gravitatorio, el ritmo de los relojes decrece, y las longitudes aparecen también contraídas en la dirección del campo gravitatorio).

Otra notable consecuencia de la teoría einsteniana es que introduce en la física la consideración del universo como un *todo:* Einstein, concibiéndolo como finito, calcula su masa y volumen. Comienzan así las modernas *cosmologías,* que contradicen la prohibición kantiana de razonar científicamente con la idea de *mundo* o *universo.*

Interpretaciones filosóficas

La teoría de la relatividad dio lugar a numerosas polémicas e interpretaciones filosóficas. Muchas escuelas la vieron como una confirmación de sus tesis; otras pretendieron elaborar una nueva cosmología a partir de ella. No faltó quien intentara minimizarla, buscando contradicciones o negando su relevancia desde el punto de vista ontológico. Señalaremos

aquí únicamente las principales interpretaciones en sus líneas generales.

1) *Idealismo:* para algunos autores de inspiración neokantiana, como H. Weyl y E. Cassirer, la teoría de Einstein confirmaría las tesis kantianas. El espacio y el tiempo se reducen a formas *a priori* subjetivas. El carácter relativo de nuestras observaciones –fundadas en la percepción espacio-temporal– sería una prueba más de la imposibilidad de conocer la «cosa en sí».

Son muchos, sin embargo, los puntos divergentes entre la teoría de la relatividad y la filosofía kantiana. Kant absolutiza el espacio y el tiempo newtonianos, al convertirlos en condiciones de toda posible experiencia. El espacio y el tiempo relativistas, por otra parte, difícilmente pueden considerarse como un *a priori.* Ya desde su definición se hallan intrínsecamente ligados a la experiencia, sin la cual no es posible considerar su estructura o propiedades. Se puede destacar, por último, que la relatividad general introduce –como hemos dicho– la consideración del mundo como un todo, e incluso finito (la cuestión de la finitud o de la infinitud del cosmos era una de las antinomias kantianas).

No hay lugar, con la teoría de la relatividad, para el idealismo ni para el relativismo: Einstein describe un mundo real, con un orden intrínseco y unas estructuras armoniosas, con constantes universales y principios absolutos. Las leyes físicas, en la teoría de la relatividad, son verdaderas cualquiera que sea el sistema de referencia usado. La teoría sólo exige que el hombre no absolutice las medidas humanas.

2) *Ultrarrealismo:* el formalismo matemático introducido por H. Minkowski para describir la teoría de la relatividad mediante un continuo espacio-temporal tetra-dimensional llevó a algunos a negar la realidad fluyente del tiempo. El «plexo espacio-temporal» sería la única realidad básica del universo, en el que coexistirían todos los sucesos pasados, presentes y futuros (Minkowski, S. Alexandre).

Esta interpretación «neoparmenidista» implica una seria confusión entre la ontología y el instrumental matemático de las ciencias experimentales. La teoría de la relatividad, como toda teoría científica, es una visión parcial del mundo. El vocabulario del «espacio», «espacio-tiempo», «acontecimiento»,

debe usarse con grandes cautelas, cuando se trata de averiguar la naturaleza real de las cosas.

3) *Neopositivismo:* para esta línea filosófica, a la que Einstein mismo estuvo algo ligado en su primera época, pero de la cual se fue separando progresivamente, la teoría de la relatividad habría logrado eliminar los conceptos metafísicos aún sostenidos por la física clásica, y mostraría la imposibilidad de buscar una realidad más allá de los meros datos empíricos y de su elaboración lógica.

Hay que destacar, sin embargo, el profundo sentido realista de la teoría einsteniana, que logra precisamente superar las limitaciones del conocimiento empírico, descubriendo las leyes absolutas que rigen la realidad física.

4) *Tomismo:* entre los autores vinculados al tomismo las interpretaciones de la teoría einsteniana han sido desiguales, aunque tuvo acogida favorable el rechazo del espacio y tiempo absolutos newtonianos. Se ha discutido el alcance real de la relatividad de la simultaneidad; más ampliamente, la discusión se ha centrado sobre si la teoría de la relatividad se sitúa en un plano puramente métrico, o si en cambio se refiere a la naturaleza misma de las cosas físicas (por ej., la contracción de longitudes, la dilatación de tiempos, ¿han de interpretarse como reales, o sólo como apariencias fenoménicas?).

R. Masi sostiene que la teoría de la relatividad carece de carácter ontológico porque se pone desde el punto de vista exclusivo de las cosas tal como aparecen para nuestras posibilidades de medición, conforme a la naturaleza de la ciencia moderna. La teoría sirve tan sólo para hacer transformaciones de modo que las medidas de un observador correspondan a las de otro[26]. Una interpretación ontológica de la relatividad se encuentra, en cambio, en Selvaggi, quien ha señalado que el concepto einsteniano de tiempo tiene aspectos cercanos a la filosofía natural aristotélica[27].

26. Cfr. R. MASI, *Cosmologia*, cit., pp. 481 ss. Otro autor, HOENEN, aparte de someter la teoría de Einstein a serias críticas, se adhiere a las ideas científicas de Lorentz, en las que basa –quizá excesivamente– muchas de sus tesis específicas de filosofía natural (cfr. P. HOENEN, *Filosofia della natura inorganica*, cit., pp. 209 ss.).

27. Cfr. F. SELVAGGI, *Cosmologia*, cit., pp. 133 ss.

Visión conclusiva

No pretendemos aquí cerrar el debate sobre la proyección filosófica de la teoría relativista. Conviene tener presente su carácter hipotético, a pesar de sus confirmaciones experimentales. La relatividad especial depende por entero del postulado de la constancia de la velocidad de la luz, y la general del principio de la equivalencia entre gravitación e inercia. No puede afirmarse con total seguridad que estos principios sean verdaderos, pues ellos plantean todavía demasiados problemas teóricos para los que la ciencia actual no tiene todavía una respuesta definitiva. Las interpretaciones filosóficas, en todo caso, deberán proponerse en el supuesto de que la teoría sea verdadera. La intencionalidad de la teoría, sin embargo, es realista: ella no pretende ser una pura métrica de los fenómenos, sino que formula principios considerados como reales.

Recuérdese además, que la teoría de la relatividad resulta de un enfoque más cuantitativo que cualitativo del mundo, como es propio de la físico-matemática moderna. En este sentido, las limitaciones que ella impone al conocimiento físico surgen precisamente porque la perspectiva adoptada es exclusivamente matemática.

El rechazo relativista del espacio y tiempo absolutos concuerda con la visión aristotélica de estos conceptos, en la que el tiempo es la medida del movimiento y el espacio surge de las dimensiones reales de los cuerpos. Respecto a la unidad del tiempo, que la filosofía aristotélica sostenía y que la relatividad niega, téngase en cuenta que Aristóteles la justifica a partir de su visión cosmológica, recurriendo a la dependencia de todos los movimientos respecto del «primer movimiento» de la «primera esfera celeste» (tal dependencia sería intemporal, instantánea). Hoy sabemos, por el contrario, que en el universo existen «regiones» (espacio-temporales) incomunicadas, a consecuencia de la finitud de la velocidad de la luz. En tales regiones no es posible establecer un tiempo común. No se puede hablar, por tanto, de «simultaneidad» absoluta entre esas regiones distantes.

Se puede aceptar, sin embargo, hablar de «co-existencia», «co-presencia» o «contemporaneidad» entre todos los seres en acto, sabiendo que no se trata de conceptos métricos, sino de

nociones que no hacen estrictamente referencia al tiempo como medida matemática (hay, pues, analogía al hablar de *simultaneidad)*. Sucede algo semejante cuando hablamos de relaciones «simultáneas» entre nuestro tiempo y otros géneros de duración, como la Eternidad divina, o el evo): podemos afirmar que «somos» *a la vez* que «Dios es», o que «las almas separadas son», si bien estas expresiones no tienen un sentido de simultaneidad métrica, claramente no aplicable, por ejemplo, a la Eternidad divina.

Existe, pues, un lenguaje ontológico y no métrico, válido para el tiempo en cuanto está relacionado con el ser de las cosas. Por ejemplo, empleamos verbos en pasado («César murió») para referirnos a eventos que *ya no son,* y verbos en futuro para indicar eventos que *serán*. La teoría de la relatividad impone limitaciones para la métrica temporal a gran escala, pero no afecta al realismo de nuestro lenguaje ordinario en su alcance ontológico. Parte de este realismo es nuestro lenguaje habitual sobre eventos pasados, presentes y futuros, y sobre sucesiones y simultaneidades (*«mientras* desayunaba, leía el peródico; *después,* salí a la calle»). El análisis de la filosofía de la naturaleza se refiere a este conocimiento ordinario del tiempo, que de ninguna manera queda desautorizado por la teoría de la relatividad.

Podemos superar los límites del conocimiento matemático del tiempo y abarcar los diversos aspectos y relaciones de la temporalidad gracias a que nuestra inteligencia está situada *supra tempus*. La trascendencia humana sobre la temporalidad es así testimoniada por la misma filosofía natural.

TERCERA PARTE

ALGUNAS CUESTIONES PARTICULARES

CAPÍTULO I

INTERPRETACIONES FILOSOFICAS DEL MUNDO MATERIAL

Se ha presentado ya, al inicio de este libro, una breve visión histórica de las actitudes adoptadas por las principales corrientes filosóficas acerca de la filosofía de la naturaleza. Entre ellas destacan algunas que de modo más sistemático han intentado elaborar una interpretación global del mundo físico de signo opuesto a la filosofía aristotélico-tomista. A lo largo del texto se han hecho referencias oportunas a estas filosofías del mundo natural (mecanicismo, energetismo). En este capítulo se intentará resumir brevemente los principales contenidos de tales tendencias cosmológicas. Nos ocuparemos especialmente de aquéllas más estrechamente relacionadas con el desarrollo de la ciencia moderna y contemporánea, pues han ejercido un influjo importante no sólo en las especulaciones filosóficas, sino también en la visión de la naturaleza de la cultura contemporánea.

Examinaremos previamente las teorías acerca de la naturaleza surgidas en la antigüedad. El aristotelismo pretendió subsanar las insuficiencias de tales teorías, evitando su punto de vista excesivamente unilateral. Las cosmologías de la época moderna, sin embargo, a veces no harán sino reproponer, en otro contexto, los planteamientos de aquellos filósofos griegos.

1. LA COSMOLOGÍA GRIEGA

La filosofía nació en Grecia precisamente como «cosmología», en el intento de explicar racionalmente el mundo na-

tural. La visión de la naturaleza de los primitivos filósofos griegos no carece de importancia, aunque hoy pueda parecer en ocasiones excesivamente ingenua. En formas más elaboradas, sus doctrinas reaparecen repetidas veces a lo largo de la historia del pensamiento. Es posible detectar en los pensadores de la antigua Grecia tres de los reduccionismos que en diversa medida afectarán a la filosofía de la naturaleza posterior: el fisicismo, el matematismo y el formalismo lógico. En estos casos se renuncia a buscar la inteligibilidad metafísica del mundo natural, contentándose con alcanzar una comprensión parcial, de tipo físico, matemático o lógico-formal.

El fisicismo presocrático

El interés por los problemas de la naturaleza valió a los primeros filósofos griegos la denominación de «naturalistas» o «físicos». Es éste el caso de los filósofos de la escuela jónica (Tales, Anaximandro y Anaxímenes), de Heráclito, y de los últimos presocráticos, como Empédocles, Anaxágoras y los atomistas Leucipo y Demócrito.

Su preocupación por lograr una comprensión racional de la realidad natural, por conciliar el continuo devenir atestiguado por los sentidos con la exigencia de estabilidad ontológica requerida por la inteligencia humana, les llevó a preguntarse por el «principio» *(arjé)* primero y absoluto de todo lo real, principio que permitiera unificar racionalmente el aparente devenir. La búsqueda de este principio último constituye el núcleo de su actividad filosófica. Tal investigación se concibe como la determinación del *elemento* material (o elementos) a partir del cual se componen todas las cosas.

El principio es siempre, por tanto, una realidad material. Para Tales sería el *agua;* Anaxímenes lo sitúa en el *aire,* y Heráclito, para quien todo es devenir, sin que exista ninguna realidad permanente, acude al elemento más cambiante: el *fuego.* Según Anaximandro el principio debe situarse en una causa material distinta de todas las substancias existentes, indeterminada e infinita, que denomina *ápeiron.* Los últimos presocráticos se orientan hacia una principio múltiple: los *cuatro elementos* de Empédocles (fuego, aire, agua y tierra), las *homeomerías* de Anaxágoras y los *átomos* de Leucipo y Demócrito.

La característica común a estos pensadores es la de situarse en una perspectiva exclusivamente material. Dejando de lado la mayor o menor verosimilitud de cada una de estas teorías, hay que reconocer que ninguna de ellas va más allá de señalar lo que posteriormente Aristóteles denominará la «causa material», que por sí sola no es capaz de proporcionr una completa inteligibilidad del mundo material y, en particular, del problema del devenir.

El matematicismo pitagórico

La escuela pitagórica compartió con gran parte de los presocráticos el interés por las cuestiones cosmológicas. Su solución del problema cosmológico representa una novedad en relación a las posturas fisicistas del resto de los presocráticos. Los pitagóricos desarrollaron con profusión el estudio de las matemáticas, aplicándolas a diversos problemas físicos. La investigación de las armonías numéricas que regulan el comportamiento de los cuerpos les llevó a la absolutización de las matemáticas como norma de interpretación de la realidad física. Así «pensaron que los elementos de los números eran los elementos de todos los seres, y que todo el cielo era armonía y número»[1]. Con la escuela pitagórica asistimos a una primera superación del nivel puramente físico de la explicación de la realidad corpórea: el pitagorismo asciende a una inteligibilidad suprasensible, aunque no metafísica, sino únicamente matemática[2].

El formalismo platónico

La filosofía platónica se sitúa verdaderamente en un plano metafísico, al sostener que el ser y el devenir de los seres corpóreos exigen la subsistencia de Formas o Esencias ideales. Las Ideas constituyen la verdadera realidad, de la que los seres materiales participan imperfectamente. Pero el platonismo, aun aproximándose a la esencia de las cosas, descuidó los aspectos físicos del mundo corpóreo y el necesario punto de

1. ARISTÓTELES, *Metafísica,* I, 5, 986 a 1-3.
2. Cfr. Tómás DE AQUINO, *In Metaph.,* I, 7.

partida en la experiencia. La experiencia sensible para Platón es únicamente *doxa,* opinión, pero no ciencia: no posee ningún valor en la determinación de las verdaderas características del ser corpóreo.

Los neoplatónicos admitirán la inmanencia de las formas en la naturaleza, pero de hecho confunden el planteamiento metafísico con la lógica: el análisis platónico de las formas inteligibles venía a reducirse a una metodología de dividir y clasificar ideas, sin nexo con la realidad concreta. De todos modos, la relevancia otorgada por los platónicos a la matemática –herencia del pitagorismo– junto a los análisis naturales del aristotelismo, jugará un papel importante en el nacimiento de la ciencia moderna.

2. ÉPOCA MODERNA

Desde el origen de la ciencia físico-matemática, en los siglos XVI y XVII, los principales intentos de formular una interpretación global de la naturaleza se desplazan del ámbito filosófico hacia el terreno de las ciencias.

Dos aspectos convergentes son preponderantes en estos momentos, desde el punto de vista de la filosofía natural. En primer lugar, la convicción extendida entre algunos hombres de ciencia de la época de que estaban elaborando una nueva filosofía natural, y no un saber científico positivo. Aunque en ciertos casos se llegara a reconocer claramente la diferencia entre ambas perspectivas, la filosófica y la científica[3], no había conciencia, por lo general, del carácter parcial de la inteligibilidad proporcionada por las ciencias físico-matemáticas.

En segundo lugar, el acercamiento posterior de la filosofía moderna hacia posturas idealistas llevaría a descuidar, o incluso a despreciar, los problemas del mundo natural en el te-

3. De un modo explícito se manifiesta este cambio de perspectiva en GALILEO, quien en una carta a M. VALSERI escribe: «Buscar la esencia lo tengo por empresa imposible y por práctica no menos vana (...). Pero si queremos conformarnos con aprehender ciertas afecciones, no me parece que sea imposible el conseguirlo tanto en los cuerpos lejanísimos como en los más próximos» *(Opere,* vol. V, Florencia 1929-1934, pp. 187-188).

rreno propiamente filosófico. La crítica kantiana y las diversas formas de positivismo o de fenomenismo a ella vinculadas intentarán dar el golpe de gracia a la cosmología filosófica, la cual quedaría reemplazada por una teoría de la ciencia.

Las nuevas «cosmovisiones» del mundo material de los ambientes científicos de la época clásica surgirán frecuentemente como extrapolación de determinados aspectos de la investigación científica. Una característica común a ellos es la vuelta, en cierto modo, a los antiguos planteamientos fisicistas y matematizantes.

El mecanicismo

Entre los siglos XVI y XIX, el mecanicismo fue la más extendida interpretación filosófica del mundo material, tanto entre los científicos como entre gran parte de los filósofos. Esta línea surge de la extrapolación de un sector de la ciencia, la mecánica, a la totalidad del conocimiento de la naturaleza. Es importante distinguir adecuadamente entre ambos dominios: como *método científico*, la mecánica proporcionó grandes frutos a los largo de los tres siglos en los que dominó el panorama de la ciencia occidental; como *interpretación filosófica* del mundo natural, en cambio, el mecanicismo supone la pretensión de reducir la inteligibilidad del mundo exclusivamente al aspecto mecánico. Este reduccionismo redundó en gran parte de la filosofía moderna que, deslumbrada por los éxitos alcanzados por la ciencia física, adoptó frecuentemente los esquemas mecánicos.

a) *Desarrollo científico del mecanicismo*

La *mecánica* fue la rama de la física que en primer lugar alcanzó un adecuado desarrollo a partir de la revolución científica moderna. Originariamente se ocupó del estudio y la construcción de máquinas que permitieran aprovechar del modo más favorable el esfuerzo humano (se remonta, en este sentido, hasta Arquímedes). Su enfoque, fundamentalmente práctico, fue llevado al análisis teórico gracias a la obra de Galileo. Este, por otra parte, desvió su atención de los problemas de estática, propios de la ciencia de Arquímedes (estudio de las condiciones de equilibrio de los cuerpos), hacia

los dinámicos, esto es, hacia el examen matemático del movimiento de los cuerpos y de las fuerzas que lo causan. Las investigaciones astronómicas de Kepler y el desarrollo de la geometría analítica con Descartes contribuyeron también a su afianzamiento. Su formulación culminante es mérito de los trabajos de Newton.

La mecánica newtoniana se impuso rápidamente en el ambiente científico europeo, venciendo la oposición de otras teorías, como la cartesiana, demasiado influida por prejuicios filosóficos. Desde Newton, y hasta bien entrado el siglo XIX, el edificio conceptual de la física clásica no hizo sino enriquecerse con el desarrollo de nuevos formalismos matemáticos, como los de Lagrange, Laplace, Hamilton y Jacobi, que ampliaron aún más su versatilidad y rigor, permitiendo solucionar problemas de gran complejidad.

La mecánica clásica se presentaba así como una ciencia completa y coherente. Lo que más contribuyó a hacer de ella la clave de la ciencia de estos siglos fueron los éxitos cosechados en la explicación de otros ámbitos de la física e incluso de otras ciencias. Su aplicación a los medios continuos (fluidos) permitió tratar los problemas ondulatorios y logró explicar los fenómenos del sonido y, en parte, los de la luz. La primitiva teoría de la electricidad fue desarrollada por Faraday, Ampére y Coulomb según los mismos esquemas mecánicos. Otros ejemplos de la fertilidad de esta perspectiva son la teoría cinético-molecular de los gases, la teoría atómica de Dalton, los primeros modelos atómicos de Thompson y de Rutherford, y algunas cuestiones de la termodinámica.

El prodigioso crecimiento de este método físico hizo, pues, que muchos científicos lo consideraran como inherente y esencial a la ciencia. La investigación científica consistiría primordialmente en la elaboración de modelos mecánicos de la naturaleza corpórea[4]. Sólo a finales del siglo XIX el me-

4. Es significativa, a este respecto, una conocida afirmación de Lord KELVIN (W. TOMPSON): «No me siento satisfecho hasta que logro elaborar un modelo mecánico del objeto que estoy estudiando; cuando alcanzo a fabricar un tal modelo puedo afirmar que he comprendido el objeto de mi estudio, mientras que en los demás casos debo reconocer que no lo he comprendido» *(Lectures on molecular dynamics and the wave-theory of ligth,* Baltimore 1884, p. 270).

canicismo metodológico empieza a decaer como consecuencia del nacimiento del electromagnetismo y de la termodinámica moderna. En nuestro siglo ha sido superado ampliamente por las teorías cuántica y relativista[5].

b) *Las filosofías mecanicistas*

El auge de la mecánica dio lugar a concepciones filosóficas mecanicistas, que intentaban convertir el método de la física clásica en la única explicación del mundo material. Como teoría filosófica, el mecanicismo busca explicar los fenómenos naturales *sólo* en base a movimientos locales de corpúsculos extensos y masivos, negando la existencia de principios naturales corpóreos, como la esencia, la finalidad y las cualidades de los seres físicos. Todos los fenómenos cualitativos, sus alteraciones e incluso los cambios substanciales hallarían su explicación exhaustiva en cambios y modificaciones corpusculares: agregación y separación, movimiento y choques. La misma noción de substancia pierde su sentido, a no ser que se considere como el elemento material, último e inmutable de los movimientos corpusculares.

La reasunción del atomismo clásico mecanicista fue obra de Gassendi. Más científico que filósofo, también Galileo sostuvo una concepción mecanicista del mundo material, planteando una diferencia capital entre propiedades objetivas de las cosas, derivadas de la cantidad y el movimiento local, y cualidades que, como el sabor, olor, color, etc., serían tan sólo las afecciones de los cuerpos en nuestros sentidos[6].

Descartes elaboró una filosofía natural mecanicista más sistemática, aunque separándose de la tradición atomista, ya que él sostuvo una teoría del continuo «lleno»[7]. El punto de partida de la física cartesiana es la identificación entre *materia* y *extensión*. La extensión sería la única idea del mundo ma-

5. Cfr. A. EINSTEIN, L. INFELD, *La física, aventura del pensamiento,* Losada, Buenos Aires 1961; W. HEISENBERG, *Das Naturbild her heutigen Physik,* Rohwolt, Hamburgo 1955.

6. Cfr. GALILEO GALILEI, *Opere,* Ediz. Nazionale, Florencia 1929-1934, vol. VI, pp. 348-349.

7. Cfr. R. DESCARTES, *Oeuvres,* ed. de Adam y Tannery, Vrin, París 1982, vol. VIII-1.

terial dotada de la claridad y distinción exigidas para fundar una verdadera filosofía de los cuerpos. Las propiedades de la materia serán, pues, las que se relacionen con la extensión pura o con el movimiento entendido como traslado de lugar.

La identidad entre materia y extensión lleva a Descartes a negar el vacío, a diferencia de otros filósofos mecanicistas, para los cuales aquél era un postulado asociado a los presupuestos atomistas. Para Descartes el mundo material consiste en un *plenum* continuo, lo que le obligó a suponer la existencia de partículas sutiles, de distintos tamaños y formas, con la función de rellenar los intersticios remanentes entre los cuerpos mayores. Para hacer compatible el *plenum* con el movimiento, introdujo también movimientos de la materia a la manera de torbellinos o «vórtices» en virtud de los cuales unos sectores del ser extenso ocupan las posiciones dejadas libres por otros. El universo consiste precisamente en un sistema de vórtices mutuamente relacionados entre sí y que constituyen los planetas y sus órbitas, las estrellas y todos los cuerpos.

No pudiendo poseer la materia ninguna cualidad distinta de las puramente espaciales, la única acción posible entre los diversos cuerpos será la producida por la traslación local: la comunicación de movimientos de unos cuerpos a otros a través del choque. Descartes intenta deducir las leyes de los choques intercorpóreos a partir de sus principios filosóficos, entre los que se cuenta la conservación de la «cantidad de movimiento» total comunicada por Dios al mundo en la creación. Pero los resultados concretos de la física cartesiana se encontrarán casi siempre en desacuerdo con la experiencia.

Después de la aparición de la mecánica newtoniana, más fundamentada en la experiencia, la física cartesiana se vio abocada al fracaso, para quedar reducida a un ejemplo de filosofía de la naturaleza construida *a priori* sobre una base mecanicista.

c) *El mecanicismo mitigado*

Las insuficiencias de la física cartesiana demostraban en parte las dificultades de una interpretación del mundo material exclusivamente mecanicista. La física newtoniana se vio obligada a admitir algunos conceptos de tipo *dinámico,* como

la noción de *fuerza*[8]. La mecánica de Descartes no había reconocido la existencia de fuerzas –no era una idea clara–, siendo el contacto material la única forma posible de comunicación del movimiento de un cuerpo a otro.

El descubrimiento de la ley de gravitación universal, por el contrario, hizo surgir la idea de «acción a distancia», ligada a la concepción de corpúsculos moviéndose en un «espacio vacío» (o en un medio físico presupuesto, llamado «éter»). La acción a distancia tenía la singular propiedad de comunicarse instantáneamente de cuerpo a otro, atravesando el espacio interpuesto y privado de masas corpusculares. Aunque muchos autores –entre ellos, el mismo Newton[9]– intentaron dar una explicación de la gravedad en términos mecánicos, sus esfuerzos no dieron fruto, y la idea de «fuerza» como una cualidad originaria de la naturaleza fue paulatinamente asentándose. Este convencimiento se reforzó con el estudio de otros fenómenos, como los elétricos y magnéticos. Algo semejante ocurrió con otros conceptos físicos, como la masa, o la energía, no directamente reductibles a extensión y necesarios para el completo desarrollo de la teoría física.

Estos elementos mitigaron progresivamente el rigor del mecanicismo de científicos y filósofos, aun sin forzarles a abandonarlo del todo. Se aceptó la existencia de ciertas cualidades dinámicas de los cuerpos, pero conservando la idea de fondo de que la inteligibilidad del mundo material podría reducirse al análisis de la materia y sus movimientos[10].

El dinamismo

El dinamismo representa una solución a los problemas filosóficos de la naturaleza de signo opuesto a la mecanicista (aunque después en los autores concretos encontramos posiciones matizadas con elementos mecanicistas y dinamistas).

8. Cfr. I. NEWTON, *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*, en *Opera*, vols. II y III, Londres 1779.
9. Cfr. A. KOYRÉ, *Newtonian studies*, Harward Univ. Press, Cambridge (Mass.) 1965.
10. Cfr. G. KIRCHHOFF, *Vorlesungen über Mathematische Physik. Mechanik*, Leipzig 1833, 3.ª ed.; H. HERTZ, *Die Prinzipien der Mechanik*, Leipzig 1910.

La realidad cosmológica es interpretada en el dinamismo estricto como un sistema de *fuerzas,* en el que no tendrían lugar las nociones de partícula o de espacio puro. Como tesís filosófica es, en buena medida, una extrapolación de los aspectos dinámicos de la mecánica que, como se ha visto, dieron lugar a la mitigación del mecanicismo. Sin embargo, las primeras doctrinas dinamistas no surgieron en un terreno puramente científico, sino más bien asociadas a especulaciones filosófico-naturales.

Suele verse en Leibniz el punto de arranque del dinamismo, con su doctrina de las *mónadas,* substancias inextensas y elementales, cuya característica principal es la de ser *principios activos*[11]. El carácter puntual y activo de tales principios parece requerir la resolución de las realidades materiales en un sistema de fuerzas que compondría el orden dinámico del universo.

La doctrina de las mónadas fue asumida posteriormente por Wolff y por el Kant pre-crítico como fundamento de la filosofía de la naturaleza. Y, también en el siglo XVIII, Boscovich intentó emplear los principios dinamistas para construir la física. El asume como única realidad constitutiva del mundo puntos inextensos dotadas de masa (inercia) y de fuerzas mutuas atractivas y repulsivas, postulando ciertas condiciones necesarias de tales fuerzas para poder explicar fenómenos físicos tales como la impenetrabilidad de los cuerpos, los efectos elásticos, etc.

Ya en el siglo XIX, el dinamismo fue recuperado por algunos filósofos alemanes, como Herbart y Lotze, que intentaron compaginarlo con las doctrinas idealistas. Sin embargo, las interpretaciones dinamistas del mundo material no lograron grandes triunfos. Su mayor éxito fue, quizá, el haber servido de base conceptual para una teoría posterior, mucho más extendida: el energetismo.

El energetismo

A lo largo del siglo XIX el concepto de *energía* adquirió una creciente importancia teórica. Dentro de la misma mecá-

11. Cfr. W. LEIBNIZ, *Die Philosopische Schriften,* ed. C.I. Gerhardt, Berlín 1875-1890, vol. II.

nica, la consideración de los problemas desde el punto de vista energético se mostraba en muchos casos más útil que el solo estudio de las fuerzas, especialmente gracias al principio de conservación de la energía. A consecuencia del descubrimiento de la equivalencia entre energía mecánica y calor, este principio se amplió a otros campos de la física.

El desarrollo de los estudios acerca de la electricidad y del magnetismo, principalmente con la elaboración de la teoría electromagnética de Mxwell (1860), suponen un nuevo fortalecimiento de los estudios energetistas. La teoría de Maxwell, en efecto, presentaba notables dificultades para ser interpretada desde el punto de vista mecanicista, aunque esto fue intentado repetidas veces mediante el recurso a la noción de *éter*.

Ante estas dificultades, el energetismo nació como una solución alternativa a la mecanicista, recogiendo la inspiración del dinamismo pero asociándose a la vez a las ideas del positivismo de A. Comte. El energetismo filosófico fue formulado de modo sistemático por W. Ostwald, quien negó el dualismo entre materia y energía, presente en la física del siglo XIX, volviéndose hacia la energía como único elemento de la realidad física. Lo que ordinariamente se denomina «materia» no sería sino una elevada concentración de energía en una determinada región del espacio[12].

En los últimos años del siglo XIX hubo numerosos partidarios del energetismo, como H. Spencer y, en cierta medida, P. Duhem. Para Spencer la energía sería la última expresión de la realidad. La materia, «fuerza pasiva» espacial, sería una manifestación más de la energía, en contraposición con la «fuerza activa».

3. Período contemporáneo

La nueva situación de la ciencia

Los avances científicos de los últimos años del siglo XIX y principios del XX llevaron a la física a replantearse la va-

12. Cfr. W. Ostwald, *L'énergie*, Alcan, París 1913.

lidez de algunos de los presupuestos básicos en que se fundaba y que había heredado, en su mayor parte, de la ciencia newtoniana. Este proceso implica una crisis de la ciencia clásica y su principal resultado fue el nacimiento de dos nuevas teorías, incompatibles con los postulados clásicos: la *teoría de la relatividad,* formulada por Einstein en 1905 (relatividad especial) y 1916 (relatividad general), y la *teoría cuántica,* desarrollada entre 1900 y 1930 por un numeroso grupo de científicos entre los que se cuentan M. Planck, A. Einstein, N. Bohr, L. de Broglie, W. Heisenberg, E. Schrödinger y P.A.M. Dirac.

Los motivos desencadenantes de esta profunda renovación de la ciencia fueron muy variados, pero podrían resumirse en la imposibilidad de aplicar los criterios científicos tradionales a los nuevos campos abiertos en la investigación, en particular a la electrodinámica de Maxwell y al estudio de la estructura de la materia. En ambos campos surgían contradicciones cuando los problemas se consideraban desde el punto de vista clásico como, por ejemplo, al tratar de determinar las propiedades del supuesto éter, imaginado como medio material en el que se propagarían las ondas electromagnéticas.

Sólo el abandono de los presupuestos mecanicistas permitió resolver estas aparentes contradicciones. Los conceptos de espacio y tiempo absolutos, propios de la física de Newton, fueron rechazados por la teoría relativista. También la teoría cuántica mostró la inaplicabilidad de muchos conceptos clásicos al nivel subatómico. Las bases del mecanicismo perdieron así su aparente objetividad epistemológica. No es posible en la ciencia actual pretender una explicación última de la realidad basada en la existencia de corpúsculos rígidos e inalterables y en la descripción matemática de su evolución espacio-temporal. El mecanicismo ha dejado de ser así el paradigma privilegiado para interpretar el mundo de la naturaleza. Como método valdría sólo a título de esquema conceptual útil en el ámbito macroscópico corpóreo en el que habitualmente nos desenvolvemos.

Lógicamente esto ha llevado consigo el abandono de la teoría mecánica de la naturaleza como concepción filosófica. Pero en algunos casos tal abandono ha arrastrado consigo el de todo el realismo, con el que erróneamente las posturas

mecanicistas eran a veces identificadas. Con ello se ocasionó también un rebrote de las interpretaciones positivista y fenomenista que, junto con el energetismo constituyeron en nuestro siglo las principales posiciones filosóficas acerca de la realidad material más o menos vinculadas a la ciencia positiva.

Naturalismo marxista

La filosofía *marxista,* por su parte, no ha tenido gran importancia en lo que se refiere a posiciones originales respecto a la interpretación de la naturaleza. El intento de Engels de formular una teoría dialéctica de la naturaleza no tuvo eco entre los filósofos y científicos. Los marxistas ortodoxos de este siglo, por lo general, han seguido la epistemología de Lenin, en la que se destaca una concepción realista de la materia, contraria al fenomenismo[13]. Esta posición resulta ambigua en el marxismo, pues pretende a la vez ser materialista y dar importancia a la conciencia. La ideología científica soviética, por otra parte, ha intentado ver en la ciencia la mejor prueba del materialismo y del ateísmo, sin reparar que esa conclusión no sólo es falsa, sino que va más allá de la metodología de las ciencias experimentales.

Interpretaciones energetistas

El rechazo del mecanicismo fortaleció, en un determinado período, las posturas de tipo energetista a la hora de buscar una comprensión global de la naturaleza. Es ésta una actitud frecuente entre científicos importantes como Schrödinger, Heisenberg o Einstein. Algunos filósofos adoptaron también esta posición e intentaron elaborarla sistemáticamente desde el punto de vista filosófico, como S. Alexandre y A.N. Whitehead.

Estas posiciones se ponían de algún modo en la línea del energetismo del siglo pasado, si bien con relación a los planteamiento más recientes de la física. La realidad física sería,

13. Cfr. V. TONINI, *Nouvelles tendances réalistes dans l'interprétation des théories physiques modernes,* «Revue de Métaph. et Morale», 1962, pp. 152-162.

para algunos, en último término la energía, o bien un elemento substancial último llamado a veces «continuo espacio-temporal». La equivalencia entre masa y energía, el doble carácter corpuscular ondulatorio de las entidades microfísicas, y la identificación relativista de la materia con el espacio-tiempo serían pruebas físicas del nuevo energetismo.

Algunos de los conceptos implicados en estas teorías no son en verdad incompatibles con la filosofía aristotélico-tomista del mundo físico. Evidentemente no hay por qué concebir los elementos materiales últimos al modo mecanicista, como «partículas» imaginadas al modo de los cuerpos sólidos. Pero tampoco es satisfactoria la substancialización de la energía, como si fuera la última noción del conocimiento físico, excluyente de otras como esencia, finalidad, acto y potencia, substancia y accidentes, nociones necesarias si se quiere realizar un análisis metafísico de la naturaleza.

La filosofía de la naturaleza reemplazada por la filosofía de la ciencia

Las filosofías energetistas tenían una intencionalidad realista. Los científicos se adhirieron a ellas, cuando fue el caso, muchas veces sin un conocimiento filosófico particularmente profundo. Sus simpatías por el neopositivismo fueron también, en ocasiones, más bien circunstanciales y no fruto de una posición sistemática. Mérito de esos científicos (Max Planck, Einstein, Heisenberg, Max Born) fue el interés por una filosofía de la naturaleza más allá de la pura ciencia físico-matemática, en una prometedora superación del positivismo dominante en el siglo pasado entre los hombres de ciencia.

Al mismo tiempo, sin embargo, adquirió fuerza en los círculos filosóficos una nueva onda positivista: el denominado *neopositivismo lógico*. Téngase presente que la crisis epistemológica producida a inicios de este siglo con ocasión de la caída de la ciencia clásica había promovido una reflexión crítica entre algunos hombres de ciencia (Duhem, Poincaré). Como consecuencia de la misma, comienza a desarrollarse de modo autónomo la «filosofía de la ciencia», que lleva, al menos inicialmente, a no confundir la visión parcial de la ciencia

positiva con las tesis, más radicales propias de una investigación filosófica.

En este contexto histórico-cultural aparece el movimiento neopositivista (preparado por la filosofía de E. Mach), el cual propone una nueva interpretación de los problemas científicos de la época. Las tesis fundamentales del Círculo de Viena, principal bastión del positivismo lógico, conllevan el rechazo de todo término o enunciado *no verificable,* como carente de sentido [14]. La condición de validez científica de las ciencias experimentales sería el uso de un lenguaje empírico rigurosamente verificable, con exclusión de cualquier otro lenguaje filosófico o metafísico. Los problemas filosófico-naturales desaparecen como un sin-sentido lingüístico. Entre las diversas corrientes de tipo neopositivista, destaca el *fisicalismo* (Neurath, Carnap), que intentó construir un lenguaje unificado de la ciencia con el objeto de expresar sin ambigüedades toda la realidad.

En líneas generales, las tendencias neopositivistas niegan la existencia de todo lo que supere el ámbito puramente fenoménico (datos empíricos, observaciones experimentales, etc.), reduciendo ulteriores aspectos, en todo caso, a construcciones mentales útiles para la técnica. Con esto fueron alentadas las tesis *convencionalistas,* para las que todo conocimiento más allá de los datos sensibles es una construcción elegida entre otras muchas lógicamente posibles, en base a criterios de utilidad técnica.

Por su carácter logicista, el neopositivismo se inclina a ver en las elaboraciones lógico-matemáticas la única clave de interpretación del mundo físico. A esto ha constribuido también la progresiva complejidad de los instrumentos matemáticos utilizados por las ciencias. Al alejarse éstos de la realidad sensible, se ha tendido a veces a asignar a las entidades matemáticas una realidad propia e independiente. Ha surgido así incluso una nueva forma de «pitagorismo» o de formalismo de tipo platónico, aunque más subjetivo, en el que la realidad se reduce o se identifica con una estructura lógica o matemática.

14. Cfr. R. CARNAP, H. HAHN, O. NEURATH, *Wissenschaftliche Weltauffassung. Der Wiener Kreis,* Wolf, Viena 1929.

En los últimos decenios, la línea positivista se ha atenuado mucho, y sus tesis más rigurosas, como el mismo principio de verificabilidad, no se han podido sostener. En algunos autores esta situación ha llevado a un relativismo histórico (por ej. Th. Kuhn, Feyerabend), mientras que en otros (Popper, Bunge) ha motivado un acercamiento a la filosofía, entendida como discusión racional por encima de los cánones estrictamente científicos. Se reconoce, en este sentido, la existencia y la legitimidad de una metafísica que se ocupa de dar una última explicación de los conceptos básicos de las ciencias experimentales o de la matemática. Aunque este hecho es positivo en sí mismo, y da testimonio de la inevitabilidad de la filosofía, por el momento los resultados de esas filosofías no son satisfactorios, en la medida en que no ofrece una filosofía natural propia y autónoma, sino más bien una reflexión conjetural sobre los principios fundamentales de las ciencias positivas (con un sentido a veces realista, pero al mismo tiempo materialista).

En cualquier caso, las investigaciones filosóficas en los últimos años, aunque a menudo se han ceñido a cuestiones como el sentido de la teoría cuántica o de la teoría de la relatividad, el origen del universo, la evolución, el estatuto de los objetos matemáticos, etc., ponen en primer plano la importancia y el interés por la filosofía de la naturaleza. Hay que augurarse que esos intentos, superando las limitaciones cientificistas, prosigan en el camino que conduce a la metafísica del ser.

CAPÍTULO II

EL ORIGEN DEL UNIVERSO

Examinaremos a continuación el problema del origen del universo tal como es afrontado por las ciencias experimentales, para detenernos en sus implicaciones filosóficas. Evidentemente la cuestión se debe considerar, en último término, desde el punto de vista de la teología natural, ya que el estudio del origen del cosmos desemboca filosóficamente en el conocimiento de la Causa primera de los seres físicos.

El universo celeste se nos muestra inicialmente como un conjunto de cuerpos muy diferentes de los que se encuentran en la tierra, y que aparentemente sólo cambian de lugar. Sobre esta base, en la antigüedad se construyeron modelos estáticos del universo. Sin embargo, ahora sabemos que los astros siguen las mismas leyes físicas que hemos descubierto en la tierra, que además experimentan grandes cambios internos y que el universo en su conjunto ha pasado por fases muy distintas de la actual.

En 1927, G. Lemaitre propuso una explicación de la historia del universo que, en sus líneas generales, ha sido aceptada por la mayoría de los científicos: el modelo de la gran explosión. La teoría afirma que en una época remota, que actualmente se cifra en unos 15.000 millones de años, toda la materia estaba condensada en un estado de enorme densidad, y que como consecuencia de la gran explosión, se produjo un proceso expansivo en el que se formaron las estructuras actuales: estrellas, galaxias, planetas.

El modelo representa procesos físicos y, por sí mismo, no tiene implicaciones filosóficas. Pero proporciona datos que se relacionan con el origen del universo en el tiempo, con la ex-

plicación de su formación, y con sus leyes físicas enormemente específicas, que por otra parte permiten el desarrollo de la vida y la existencia del hombre.

1. La imagen científica del universo[1]

¿Cuál es la validez del modelo de la gran explosión? Para responder a esta pregunta examinaremos los fundamentos del modelo, sus afirmaciones básicas y las pruebas experimentales que lo avalan.

La relatividad general

Los modelos cosmológicos utilizan como marco teórico la relatividad general. A. Einstein, como dijimos, la formuló en 1916, y en 1917 extrajo sus consecuencias cosmológicas. Cuenta con importantes comprobaciones experimentales, y es la mejor teoría de que disponemos acerca de la gravedad. Al establecer las ecuaciones que permiten calcular el movimiento local de la materia bajo la acción de la gravedad, ella resulta apropiada para describir el universo a gran escala. Bajo esa perspectiva, las galaxias son como puntos dotados de masa, separados por grandes distancias, siendo la gravedad la fuerza predominante.

> Einstein pensó en un principio que el universo era estático, aunque sus ecuaciones indicaran lo contrario (por este motivo introdujo en ellas la *constante cosmológica).* Los trabajos de W. De Sitter en 1916-1917 y de A. Friedmann en 1922-1924 condujeron luego a aceptar el carácter dinámico del universo. Además, De Sitter calculó que en el universo había lugar para millones de galaxias, antes de que se comprobara que existían. La relatividad general utiliza un espacio no euclídeo, e interpreta la fuerza de la gravedad

1. Estas cuestiones se encuentran expuestas de modo divulgativo en: R.V. Vagoner-D.V. Goldsmith, *Horizontes cósmicos,* Labor, Barcelona 1985 *(Cosmic Horizons,* Freeman, New York 1983); F. Nicolau, *Origen i estructura de l'univers,* Terra Nostra, Barcelona 1985. Para un nivel científico introductorio, puede verse: M. Rowan-Robinson, *Cosmology,* Oxford University Press, Oxford 1981.

como una curvatura del espacio-tiempo (o sea, como una consecuencia de la geometría del espacio).

De la relatividad general pueden derivarse distintos modelos del universo, según cuáles sean los valores de determinados parámetros que figuran en sus ecuaciones. Si la densidad media supera cierto valor que se denomina *densidad crítica,* el universo acabará contrayéndose debido a la fuerza de la gravedad: será un universo *cerrado.* Incluso cabría en ese caso la posibilidad de que hubiera ciclos sucesivos de contracción y expansión, dando lugar a un universo *oscilante.* En cambio, si la densidad no supera ese valor, el universo será *abierto* y su expansión proseguirá indefinidamente.

El principio cosmológico

La tierra, el sistema solar y nuestra galaxia no ocupan un lugar privilegiado en el universo. Por tanto, para que los modelos cosmológicos sean válidos, hemos de suponer que no resultan afectados por nuestra situación particular, o sea, que las características del universo a gran escala son idénticas independientemente del lugar desde el cual se observen *(homogeneidad)* y de la dirección escogida *(isotropía).* Si unimos estas dos hipótesis, obtenemos el *principio cosmológico.*

Si bien a escalas relativamente pequeñas la materia se concentra irregularmente en las estrellas y galaxias, el universo aparece homogéneo e isótropo cuando consideramos grandes dimensiones. El principio cosmológico no puede demostrarse de modo concluyente, pero es congruente con los datos de que disponemos. Por otra parte, si considerásemos el universo como no homogéneo, surgirían enormes dificultades en las formulaciones matemáticas.

Las distancias entre galaxias son en promedio cien veces mayores que sus tamaños, lo cual permite caceptar la homogeneidad a gran escala. La isotropía viene avalada por la *radiación de fondo de microondas,* que tiene el mismo valor en todas las direcciones y fue detectada en 1964. Y de la isotropía se deduce la homogeneidad: la radiación de fondo no sería isótropa si la distribución de la materia no fuese homogénea.

La estructura del universo

La validez de los modelos cosmológicos depende de que consigamos datos fiables sobre la composición de las estrellas y sus distancias.

El método más seguro para medir distancias es el del paralaje, pero sólo es aplicable a algunos miles de estrellas de nuestra galaxia. Para distancias mayores se utilizan relaciones entre la luminosidad y la distancia, e indicadores que pueden calibrarse en nuestra galaxia (como las cefeidas, que son estrellas cuyo brillo varía siguiendo un período regular). Pero la fiabilidad de los métodos disminuye al aumentar las distancias.

> Las primeras distancias estelares se midieron en 1838 mediante el método del paralaje, que consiste en calcular por trigonometría la altura de un triángulo, del que conocemos la base (la distancia entre dos observatorios alejados) y el ángulo opuesto (la variación del ángulo bajo el que se observa la estrella desde los dos observatorios). Si se realizan las observaciones desde el mismo lugar con seis meses de diferencia, la base del triángulo es el diámetro de la órbita de la tierra alrededor del sol, cuya magnitud permite apreciar las variaciones de los ángulos observados. En 1925, E.P. Hubble demostró que existen galaxias diferentes de la nuestra, utilizando el método de las cefeidas.

Por otra parte, nuestra fuente principal de información es la luz y demás radiaciones electromagnéticas emitidas por los cuerpos celestes, cuyos espectros se analizan mediante métodos físicos bien establecidos. Pero esta información es muy parcial, de manera que, para determinar las propiedades de las estrellas y galaxias, debemos recurrir a diversas hipótesis interpretativas.

La expansión del universo

Se admite como un hecho comprobado que las galaxias se alejan mutuamente, con una velocidad proporcional a la distancia que las separa: cuanto más lejos se encuentran, se alejan a mayor velocidad. Esta es la *ley de Hubble,* que se obtiene si interpretamos los espectros de las galaxias mediante

el efecto Doppler: como se observa que los espectros se encuentran desplazados hacia la zona del rojo, concluimos que la fuente emisora se está alejando (tanto más cuanto mayor es el desplazamiento hacia el rojo).

Hubble formuló esa ley en 1929. El valor de la constante de proporcionalidad entre la velocidad y la distancia, denominada *constante de Hubble,* tiene importantes consecuencias, pero sólo se ha conseguido determinarlo, por ahora, dentro de un margen relativamente grande de aproximación. Se han propuesto explicaciones alternativas del corrimiento hacia el rojo, pero suele admitirse la basada en el efecto Doppler, y no existen serias dudas sobre la expansión del universo.

El modelo de la gran explosión[2]

Si las galaxias se alejan mutuamente, resulta lógico admitir que, en épocas pasadas se encontrarían tanto más próximas cuanto más antigua sea la época considerada. En un tiempo remoto que coincidiría con la edad del universo, toda la materia estaría concentrada en un estado de enorme densidad y temperatura. Se calcula que la gran explosión habría sucedido hace unos 15.000 millones de años.

La posterior expansión iría acompañada por un enfriamiento progresivo. En el primer segundo, la temperatura sería de unos 10.000 millones de grados: sólo habría entonces radiación y algunos tipos de partículas con fortísimas interacciones. Al cabo de tres minutos, el descenso de temperatura habría permitido la *nucleosínteis,* o sea, la formación de los núcleos de los elementos más ligeros: el hidrógeno y el helio. Transcurridos varios cientos de miles de años, con una temperatura de pocos miles de grados, se habría producido la recombinación o formación de átomos enteros. Entonces, la radiación de fotones se habría expansionado libremente, de igual modo en todas direcciones y con una temperatura que descendería con el trascurso del tiempo, dando lugar a la radiación isótropa que se detecta en la actualidad (es la men-

2. Cfr. J. SILK, *The Big Bang,* Freeman, San Francisco 1980; S. WEINBERG, *Los tres primeros minutos del universo,* Alianza, Madrid 1982.

cionada *radiación de fondo de microondas).* Más tarde se formarían las estrellas y galaxias. Las reacciones nucleares en el interior de las estrellas producirían los elementos más pesados, que se desprenderían por el espacio en las explosiones de estrellas, y serían el material de donde se formarían planetas como la tierra.

G. Gamow reformuló en 1948 el modelo de la gran explosión propuesto por Lemaître en 1927, y predijo la existencia de la radiación de fondo. También en 1948, H. Bondi y T. Gold formularon un modelo alternativo, en el que la densidad del universo permanecía constante en el tiempo *(teoría del estado estacionario).* Para compaginar el carácter estacionario con la expansión, postularon la creación continua de materia (bastaría un miligramo por metro cúbico cada billón de años). Pero esto no tiene sentido físico, si se habla de creación en sentido estricto. Ese modelo fue abandonado cuando se descubrió en 1964 la radiación de fondo de microondas, que respondía a las predicciones del modelo de la gran explosión y no podía explicarse en el modelo del estado estacionario.

Validez del modelo de la gran explosión[3]

El modelo de la gran explosión no está probado definitivamente. Disponemos sólo de informaciones insuficientes sobre los hechos que describe, y se han propuesto otras explicaciones de los datos experimentales. Sin embargo, por el momento es aceptado como la teoría más plausible sobre el origen del universo. Entre los argumentos a su favor destacan los siguientes:

a) El modelo proporciona una explicación coherente con la *expansión del universo,* cuyos componentes debieron encontrarse cada vez más próximos en el pasado.

b) Se propone una *edad del universo* de acuerdo con los datos de que disponemos acerca de las edades de algunos de sus componentes.

3. Pueden verse estudios monográficos sobre estas cuestiones en las obras colectivas: *The Big Bang and Element Creation,* The Royal Society, Londres 1982 (editado por D. Lynden-Bell): *Astrophysical Cosmology,* Pontificia Academia Scientiarum, Ciudad del Vaticano 1982 (editado por H. A. Brück-G.V. Coyne-M.S. Longair).

Originalmente el modelo proporcionaba una edad de 2.000 millones de años, mientras que por métodos radiactivos se calculaba que la tierra tendría 4.500 millones de años. En 1952, W. Baade mostró que debía corregirse la escala de distancias estelares, y finalmente se llegó a una edad comprendida entre 10.000 y 20.000 millones de años. Esto es compatible con la edad de la tierra; además concuerda con la edad de nuestra galaxia, que parece oscilar entre 11.000 y 18.000 millones de años, y con la edad de las estrellas más antiguas.

c) El modelo predice la *abundancia relativa de los elementos ligeros,* en perfecto acuerdo con los datos obtenidos experimentalmente.

Según el modelo, en la primera fase del universo se habrían formado hidrógeno y helio en una proporción relativa del 75 y 25 por ciento respectivamente. Este resultado, y los referentes a otros elementos ligeros, concuerdan con las observaciones realizadas hasta ahora.

d) La *radiación de fondo de microondas,* detectada en 1964 con las características de la radiación de cuerpo negro a la temperatura de 2,7 Kelvin, corresponde a las predicciones de la teoría.

A. Penzias y R. Wilson descubrieron dicha radiación cuando se encontraban en New Jersey midiendo radiaciones astronómicas con una antena fabricada por la Bell Company para la comunicación con satélites. Desconocían la predicción teórica, y su hallazgo casual adquirió importancia cuando tomaron contacto con físicos de Princeton que trabajaban ese tema.

Inicio y futuro del universo

Ya se ha señalado que, entre los problemas no resueltos por el modelo de la gran explosión, se encuentra *el futuro del universo,* que depende de los valores de ciertos parámetros como la densidad media del universo y el parámetro de deceleración, cuya determinación experimental no está totalmente decidida. El modelo es compatible con una expansión indefinida, y suele opinarse que éste es el futuro más proba-

ble. Pero también lo es con una contracción que lleve a un colapso y con una sucesión de expansiones y contracciones. La aceptación de esta última posibilidad depende, en parte del conocimiento de las leyes que gobernaban el estado primitivo del universo, denominado *singularidad inicial.*

Esas leyes nos son desconocidas. Las condiciones iniciales del universo serían muy diferentes de las actuales e incluso de las que podemos conseguir en los experimentos más sofisticados. Se piensa que la expansión y el enfriamiento provocaron la diversificación de las cuatro fuerzas básicas que conocemos: la gravedad, el electromagnetismo, la fuerza nuclear fuerte y la débil. Inicialmente, en un estado de enormes energías, sólo habría existido una fuerza única.

En este contexto, tienen gran interés las *teorías de unificación* de las fuerzas. Las fuerzas electromagnética y débil se han unido en la *teoría electrodébil,* que cuenta con importantes comprobaciones experimentales. Se han propuesto *teorías de gran unificación,* que además de las dos fuerzas mencionadas incluyen también la fuerte, pero tales teorías se encuentran aún en una fase más especulativa. La dificultad mayor aparece cuando se intenta formular teorías que incluyan también la gravitación: son las *teorías de la gravedad cuántica,* que unen la relatividad general y la mecánica cuántica. Los trabajos al respecto son, sin embargo, completamente teóricos[4].

En definitiva, el origen del universo remite a un estado físico primitivo que es objeto de teorías sobre las que, por el momento, existen pocas pruebas.

2. Física y creación

Por primera vez en la historia disponemos de modelos sobre el universo en su conjunto que, sin ser definitivos, tienen bases científicas sólidas. Resulta natural preguntarse por su relación con las causas últimas: ¿tienen los modelos cosmo-

4. Cfr. B.S. De Witt, *Gravedad cuántica,* Investigación y Ciencia, n.° 89 (febrero 1984), pp. 58-70; C. Quigg, *Partículas y fuerzas elementales,* Investigación y Ciencia, n.° 105 (junio 1985), pp. 46-57.

lógicos implicaciones respecto a la creación del universo? De hecho, se han propuesto diversas respuestas a esa pregunta.

Qué es la creación

El concepto de *creación* se emplea en la física con un significado amplio, que no equivale a la producción a partir de la nada. En este sentido amplio, creación es *la producción de entes, mediante procesos físicos, (mediante intercambio de materia y energía), a partir de un estado anterior en el que no estaban presentes.* De este modo se habla de *creación de partículas* cuando, a partir de un estado físico en el que hay determinadas formas de energía, se producen partículas subatómicas (al proceso inverso se le denomina *aniquilación).* Por ejemplo, cuando se produce una partícula y su correspondiente anti-partícula a partir de la energía, se habla de *creación de un par* o *de materialización de la energía.* Realmente se trata de transformaciones físicas, no de creación desde la nada ni de aniquilación total.

En física se denomina *materia* a las partículas, pra diferenciarlas de la *energía:* pero la energía, siendo una característica de los estados físicos, pertenece a la materia (en sentido filosófico). El término *anti-materia* designa las anti-partículas, que son tan reales como las partículas ordinarias, pero con algunas propiedades opuestas: por ejemplo, al electrón le corresponde el anti-electrón o positrón, que tiene la misma masa pero carga eléctrica opueta (positiva). Por tanto, la *materialización* de la energía, la *creación* de partículas y la *aniquilación* de materia y anti-materia, son procesos físicos regidos por leyes naturales.

En sentido estricto, en cambio, creación es la *producción de entes a partir de la nada.* A diferencia de las transformaciones naturales, en las que permanece un substrato como causa material del efecto, en la creación se produce todo el ser del efecto sin que haya un estado anterior que influya en modo alguno.

Para estudiar la creación en sentido propio, hay que adoptar una perspectiva metafísica. Por ejemplo, la consideración metafísica de los entes materiales muestra que no poseen el ser por sí mismos, ya que son mudables y contingentes, de

donde se concluye que deben recibir el ser de una Causa primera, que es el ser por sí mismo, y a la que llamamos Dios.

El vacío físico y la nada

Es importante advertir que el *vacío* de que se habla en física no equivale a la *nada:* se trata de un estado físico definido mediante criterios científicos[5].

El *vacío físico* es el estado en que se encuentra una zona del espacio después que se ha extraído de ella todo cuanto es posible mediante procedimientos experimentales (o sea, la materia en estado sólido, líquido y gaseoso, y las radiaciones). Aunque el progreso de las técnicas permite obtener vacíos cada vez más perfectos, nunca lograremos transformar una región del espacio en la nada absoluta: tal proceso no sería un cambio físico, sino una aniquilación metafísica, que excede las posibilidades de las causas naturales. Por tanto, sería erróneo identificar el vacío físico con la nada.

> Hay distintos tipos de vacío físico, según las teorías y técnicas empleadas en cada caso. En el contexto de la física clásica, el *vacío* se obtiene extrayendo la materia y disminuyendo la temperatura. Pero aunque se consiguiese llegar al cero absoluto de temperatura, permanecería la *radiación electromagnética clásica del punto cero,* que consiste en campos fluctuantes con un espectro de radiación característico. En física cuántica hay varias clases de *vacío cuántico,* que tiene una estructura compleja y produce fluctuaciones en los campos físicos: por tanto, la producción de partículas en el vacío no es una creación en sentido propio.

La creación y el método experimental

Verdaderamente es un contrasentido formular leyes científicas o realizar experimentos que se refieran a la *nada* o a la producción de entes a partir de la *nada. La creación en sentido estricto se encuentra fuera del ámbito del método de la*

5. Cfr. L.P. FULCHER-J. RAFELSKI-A. KLEIN, *Desintegración del vacío,* Investigación y Ciencia, n.º 41 (febrero 1980), pp. 84-92; T.H. BOYER, *El vacío clásico,* Investigación y Ciencia, n.º 109 (octubre 1985), pp. 42-51.

ciencia experimental. Esto no significa que se trate de un problema inabordable, sino solamente que cae fuera de la competencia de la física y debe plantearse desde una perspectiva metafísica. La ciencia experimental, por su propio método, se limita a considerar las causas observables, que actúan transformando algo que ya tiene ser.

Cuando se argumenta acerca de la *nada* en un contexto científico experimental, estamos ante un abuso de vocabulario. Consideremos dos ejemplos.

El primero se refiere a A. Guth, quien ha propuesto la teoría del *universo inflacionario,* hipótesis de indudable interés científico. Esta teoría concuerda con el modelo de la gran explosión, excepto en una pequeña fracción del primer segundo del universo, en la cual se habría dado un enorme crecimiento en el tamaño del universo y se habría producido casi toda la materia y la energía. Pero la extrapolación ilegítima surge cuando Guth afirma que, sobre esa base científica, podría concluirse que el universo evolucionó a partir de la nada.

> Guth ha escrito: «El modelo inflaccionario del universo proporciona un posible mecanismo según el cual el universo observado podría haber evolucionado desde una región infinitesimal. Nada nos impide ceder a la tentación especulativa y dar un paso más: el universo ha evolucinado desde exactamente nada»[6]. Desde luego, se trata de una extrapolación que la ciencia experimental no justifica. En cualquier caso, no es una explicación, sino sólo un límite: la ciencia llega hasta un término en el análisis del pasado, detrás del cual *nada* puede decir.

Otro físico, F. Wilczek, ha sugerido que el universo comenzó en un estado máximamente simétrico, como un vacío sin materia. De ahí habría surgido otro estado ligeramente menos simétrico en el que, dándose un rápido crecimiento, se habrían creado partículas gracias a la liberación de energía, suceso que se identificaría con la gran explosión. Wilczek piensa que esta hipótesis sería una «explicación física» de la creación. Pero no es difícil advertir que, en este razonamiento, se identifica la nada absoluta con un vacío físico.

6. A.H. GUTH-P.J. STEINHARDT, *El universo inflacionario,* Investigación y Ciencia, n.° 94 (julio 1984), p. 79.

Wilczek concluye: «la respuesta a la vieja pregunta "¿Por qué hay algo en vez de nada?", sería: porque "nada" es inestable»[7]. Evidentemente, en esta conclusión se confunden las perspectivas física y metafísica. Decir que la "nada", en el sentido de no-ser absoluto, es "inestable", es un absurdo lingüístico.

¿Auto-creación del universo?

Resulta paradójico que algunos físicos hayan afirmado que el universo ha podido comenzar a existir desde la nada absoluta, sin necesidad de causa alguna: es decir, que se habría dado una creación incausada. El físico que afirma tal cosa está haciendo pura metafísica (pero metafísica de baja calidad).

Uno de ellos es P. Davies. Un aspecto de su argumentación es que en el mundo subatómico existen sucesos *sin causas,* debido a que la física cuántica es indeterminista. Detrás de esto hay una confusión: la falta de determinismo en las predicciones teóricas no autoriza a negar la causalidad en los procesos reales, como hemos visto anteriormente[8].

Según Davies, «el factor cuántico permite que, en el mundo subatómico, ocurran sucesos sin causas»[9]. Sobre tal base, Davies afirma que las *fluctuaciones cuánticas* del vacío, en las cuales se producen partículas de modo impredictible, son sucesos sin causa. Dando un paso más, aplica el mismo razonamiento al campo gravitatorio[10]. En la *gravedad cuántica* (es decir, la gravedad explicada según la mecánica cuántica), se darían también fluctuaciones incausadas. Pero como la relatividad general identifica la gravedad con la estructura del espacio-tiempo, *las fluctuaciones afectarían al espacio-tiempo,* que podría surgir de este modo a partir de un estado en el que no hubiese *absolutamente nada.* En definitiva, el origen

7. F. WILCZEK, *Asimetría cósmica entre materia y antimateria,* en la obra colectiva *Partículas elementales,* Prensa científica, Barcelona 1984, p. 270.
8. Cfr. 2.ª parte, cap. V de este libro.
9. P. DAVIES, *God and the New Physics,* Dent, Londres 1983, p. 215.
10. Cfr. P. DAVIES, *o.c.,* pp. 214-215. DAVIES parece sostener un panteísmo que, si bien es presentado en un contexto científico, nada tiene que ver con la ciencia. Se refiere a una especie de «dios» que formaría parte del universo físico.

del universo se explicaría del modo siguiente: en primer lugar, las fluctuaciones cuánticas del campo gravitatorio darían lugar a estructuras espacio-temporales a partir de la nada; luego, desde el espacio-tiempo vacío se producirían partículas materiales mediante las fluctuaciones del vacío cuántico y, por fin, el resto del universo surgiría desde las partículas.

Estas especulaciones, como mínimo, no emplean un vocabulario apropiado. Es un abuso lingüístico atribuir el término *nada* a las fluctuaciones cuánticas en el vacío. Ni tiene mucho sentido decir que esas fluctuaciones son incausadas o que producen algo «desde la nada»: las fluctuaciones cuánticas pueden ser *incausadas* en el sentido de un último principio físico con el que la ciencia experimental explica otros fenómenos, y que ya no encuentra otra explicación física previa. Por otro lado, si se afirma que de ella se derivan otras situaciones, evidentemente hay aquí una dependencia o una forma de causalidad *material,* en la que algo se sigue desde un estado previo (no hay inconveniente en admitir que esa dependencia es indeterminista, pues la indeterminación causal no significa ausencia de causa, como hemos visto páginas atrás).

Otra observación es que el espacio y el tiempo no parecen ser algo real, independientemente de la extensión y el movimiento de los cuerpos. Recuérdese que el espacio y el tiempo de la física matemática son más bien construcciones teóricas relacionadas con la experiencia y sin existencia propia. De hecho se construyen representaciones diferentes al respecto, según los objetivos de cada sistema. Esas teorías, pues, parecen caer en una forma de ultrarrealismo matemático (confusión entre matemática y ontología).

Por otra parte, desde el punto de vista científico, debe advertirse que las teorías de la gravedad cuántica se encuentran por el momento en una fase muy hipotética, como Davies mismo señala. Y la producción física de estructuras espaciotemporales es una suposición que encierra serias dificultades científicas.

Una postura radical en la misma línea ha sido defendida por P.W. Atkins, quien sostiene que el universo ha podido comenzar a existir desde la nada sin ninguna intervención «extraña». Atkins reconoce que sus argumentos no son claros (en realidad son erróneos y fantasiosos), pero esto no le impide afirmar su tesis con gran fuerza.

La conclusión de Atkins es: «En una palabra, ésta es la especulación central: el espaciotiempo genera su propio polvo en el proceso de su propia autocongregación. El universo puede emerger de la nada, sin intervención alguna. Por azar[11]. El contexto en el que se sitúa esta cita no aclara más la idea (por el contrario, el autor a los equívocos ya mencionados añade otros).

Ideología y creación

Se ha afirmado también que los modelos cosmológicos confirmarían la validez del materialismo dialéctico. En la línea de pensamiento marxista, U. Giacomini sostiene que la Cosmología moderna es materialista porque, gracias a sus planteamientos, pueden superarse muchos problemas metafísicos que responden a problemas físicos anticuados; y que el estudio materialista del universo sigue un proceso «dialéctico», porque los modelos cosmológicos están sometidos a constante revisión y nunca pueden considerarse definitivos[12]. Estas afirmaciones son insostenibles. La física matemática, por su propio método, sólo se ocupa de los entes materiales, pero esto no excluye que existan también seres espirituales. Y su método nada tiene que ver con la dialéctica marxista: la ciencia consigue conocimientos verdaderos en la medida en que se dispone de pruebas suficientes.

La arbitrariedad de estos argumentos se muestra al advertir que Giacomini atribuye gran importancia al modelo del estado *estacionario,* que él representa como la «nueva cosmología», cuando hoy se reduce casi únicamente a una curiosidad histórica. El motivo de tal valoración aparece explícitamente cuando Giacomini subraya que la característica fundamental de este modelo es la «creación continuada de materia», concluyendo que es lo más opuesto a la creación, tal

11. P.W. ATKINS, *La creación,* Labor, Barcelona 1983, p. 145. Atkins presenta una mezcla superficial de teorías científicas y especulaciones arbitrarias.

12. Cfr. U. GIACOMINI, *Nuevos aspectos de la Cosmología,* en: L. GEYMONAT, *Historia del pensamiento filosófico y científico* (siglo XX: II), Ariel, Barcelona 1985, p. 491. Se trata de una obra colectiva en la que la ciencia se pone al servicio de una apología del materialismo dialéctico.

como ésta es entendida en el ámbito religioso (pero él no explica en qué consistiría esa creación continua)[13].

Giacomini lleva las confusiones hasta al extremo, al afirmar que «el principio de la creación continua no es en realidad otra cosa que el último de los grandes principios de conservación», lo cual es un auténtico disparate científico. Y llega a decir que «no ha faltado quien sostuviera»,que la radiación de fondo de microondas es un residuo de la gran explosión:[14] si bien es cierto que no se trata de una conclusión definitiva, también lo es que hoy la admite la casi totalidad de los especialistas.

El modelo de la gran explosión y la creación

Si el universo tiene una edad limitada, y antes nada observable existía, parecería lógico concluir que ha comenzado a existir por la acción de una causa creadora, que se identificaría con Dios. ¿Es legítima esta inferencia?[15].

Para que lo fuese, deberíamos estar ciertos de que, antes del estado inicial que se relaciona con la gran explosión, no habría absolutamente nada. Pero la verdad es que desconocemos las características de la singularidad inicial: por tanto, no se puede excluir de una manera absoluta que la materia y energía primordiales hubiesen provenido dé un estado físico anterior desconocido.

Se ha afirmado igualmente que, puesto que las leyes físicas no son aplicables a la singularidad inicial, debería admitirse una creación, más allá de toda explicación científica. Sin embargo, este argumento supone que los límites actuales de la ciencia son definitivos, lo cual es difícil de sostener. Aunque la singularidad inicial hubiese coincidido realmente con la creación del universo, no es algo que pueda demostrarse racionalmente.

13. Cfr. *ibid.*, pp. 475-479.
14. Cfr. *ibid.*, pp. 479-480.
15. Cfr. G. CAVALLERI, *La vita finita dell'universo. Física moderna & creazionismo*, en Studi Cattolici, n.º 280 (junio 1984), pp. 333-346. El autor expone la cuestión con rigor científico, aunque llega a conclusiones parcialmente diferentes de las que se exponen aquí.

S.L. Jaki ha escrito al respecto: «La ciencia física o la cosmología científica es absolutamente impotente para mostrar que cualquier estado de las interacciones materiales no es reducible a un estado previo, aunque sea hipotético. Si la ciencia es impotente en esta cuestión puramente científica, lo es más aún con respecto a un problema mucho más profundo, de naturaleza muy diferente, a saber: que un estado físico dado pueda deber su existencia a un acto directamente creativo, que trajo ese estado físico al ser desde la nada»[16].

En definitiva la demostración estricta de la creación divina a partir del modelo de la gran explosión sólo sería válida si ese modelo nos condujera al origen absoluto del tiempo. Pero que realmente sea así, no sólo sobrepasa nuestros conocimientos actuales, sino las posibilidades del método de la ciencia experimental.

De todos modos, el modelo de la gran explosión proporciona una imagen del universo muy coherente con la creación. Y si se llegara a probar que la expansión del universo proseguirá indefinidamente, como parece probable, esto reforzaría la convicción de que la singularidad inicial pudo ser realmente el comienzo absoluto del tiempo.

Física y finalidad

Los datos cosmológicos generalmente aceptados ponen de relieve otro aspecto de gran interés filosófico: el universo actual sería el resultado de un proceso determinado por condiciones sumamente específicas, de modo que si el estado del universo primitivo hubiese sido ligeramente diverso, no se darían los factores que hacen posible la existencia de la tierra, de la vida y de los hombres.

Por ejemplo, si *la fuerza de la gravedad* fuese ligeramente superior, el sol se consumiría rápidamente y no ha-

16. S.L. JAKI, *From Scientific Cosmology to a created Universe*, en The Irish Astronomical Journal, XV (1982), p. 260. Jaki ha tratado estas cuestiones extensamente en otras obras: *Science and Creation*, Scottish Academic Press, Edimburgo 1974; *Cosmos and Creator*, Scottish Academic Press, Edimburgo 1981.

bría habido tiempo suficiente para que se diera la vida terrestre; si fuese algo inferior, el sol sería demasiado frío. Si *la proporción entre fotones y partículas nucleares* hubiese sido diferente en un principio, la expansión del universo sería más rápida y podrían no haberse formado las estrellas y galaxias (y, por tanto, la tierra). Si *la masa del neutrón* no fuese ligeramente superior a la del protón, los átomos de hidrógeno serían inestables, y como consecuencia cambiarían muchas propiedades del universo. Algo semejante ocurre con los valores de otras constantes físicas.

No sabemos si existen condiciones físicas semejantes a las nuestras en otros lugares del universo, ni tampoco conocemos vida sustentada por condiciones diferentes. Pero es un hecho que existimos nosotros y que se dan las circunstancias que lo permiten, y esto exige la coincidencia de muchos factores diversos e independientes. ¿Es todo ello un resultado del azar?, ¿puede tomarse como prueba de que existe un plan superior?

El así llamado *principio antrópico* afirma que el universo posee las características que de hecho conocemos, *porque* en caso contrario no podríamos existir y no las conoceríamos. En este sentido, nuestra existencia pone unos límites a las propiedades del universo, al menos como condición teleológica y gnoseológica.

Esta idea fue propuesta por G.J. Whitrow en 1955. Fue articulada en 1957 por R.H. Dicke, quien argumentó que los factores biológicos ponen condiciones a los valores de las constantes físicas básicas. En 1974, B. Carter acuñó la expresión *principio antrópico,* afirmando que el hombre no ocupa en el universo un lugar central (en el sentido de las teorías pre-copernicanas), pero sí un lugar privilegiado.

Se han propuesto diversas formulaciones del principio antrópico y se ha discutido su validez científica[17]. Una parte de las discusiones se centra en la *finalidad.* En efecto, el principio antrópico sugiere que la formación del universo ha se-

17. Una exposición amplia y científicamente competente de las cuestiones implicadas se encuentra en J.D. BARROW-F.J. TIPLER, *The Anthropic Cosmological Principle,* Clarendon, Oxford 1986. Los autores defienden el principio antrópico en un sentido moderado.

guido necesariamente un camino determinado en vistas de los resultados que conocemos: sería, por tanto, un proceso con un fin previsto de antemano. ¿Puede llegar la física a esta conclusión?

Desde la pura perspectiva de la física, no se puede responder afirmativamente. Nada impide pensar que podrían haberse dado otras condiciones y, por tanto, unos resultados diferentes, o que existan otros universos con circunstancias diversas. Desde el punto de vista científico, el principio antrópico puede servir como indicador de que solamente son válidos los procesos compatibles con los resultados que de hecho observamos.

De todos modos, el principio antrópico encuentra un fundamento ontológico en el orden y la finalidad manifiestos en el universo, que resulta particularmente confirmado por las actuales teorías de la cosmogénesis: nuestro universo contiene un orden admirable[18], un orden preciso que hace posible la existencia contingente de la vida y del hombre en la tierra. La quinta vía tomista[19] señala que el orden racional entre las cosas materiales no se explica por sí mismo, sino que tiene un origen último en una Inteligencia que, al obrar intencionalmente, hace las cosas –con sus fuerzas y causalidades propias– para que unas sirvan a otras.

Son clarificadoras, en este sentido, las siguientes palabras de Santo Tomás (que siguen teniendo valor aún en nuestra actual imagen física del mundo): «Si Dios quiso hacer *tal* universo (es decir, un universo específico o singular), era preciso que hiciera el sol, la luna y todo lo demás, sin lo cual *este* universo no podría existir (...) Si Dios quiso que existieran animales y plantas, era necesario que hiciese los cuerpos celestes, con los que aquéllos se conservan; y, como quiso que existiese el hombre, era preciso hacer plantas y animales y todo lo demás que el hombre necesita»[20]. Esta consideración no hace superfluos los procesos naturales intrínsecos y su descripción autónoma (física), sino que da la *última ratio* de la

18. Cfr. J.J. SANGUINETI, *La filosofia del cosmo in Tommaso d'Aquino*, Ed. Ares, Milán 1986.
19. Cfr. Tomás DE AQUINO, *S. Th.*, I, q. 2, a. 3.
20. Tomás DE AQUINO, *C.G.*, II, 29.

existencia de un orden cósmico dado, en el plan provide[illegible] de un Dios Creador.

La única alternativa posible a esta argumentación es la que concluye que este universo resulta favorable o útil al hombre *por azar,* es decir, sin alguna intencionalidad ni de la naturaleza ni de un Dios trascendente. Pero esta conclusión no puede sostenerse seriamente sin caer en el absurdo.

La física y las pruebas de la existencia de Dios

Los estudios científicos sobre el origen del universo, salvo que desemboquen en tesis fantasiosas, realmente no afectan a la cuestión metafísica de la creación. Tan difícil es la posición del que espera probar, con la ciencia, que Dios creó el mundo, como la del que piensa que la ciencia experimental demostrará que el mundo *no es* creado por Dios, sino autosuficiente.

Ninguna de las teorías científicas sobre el origen del mundo (universo oscilante, abierto, cerrado, etc.) se opone a la Creación divina, ni al inicio del universo en el tiempo enseñada por la fe.

Algunos autores estiman que si demostraran la eternidad del universo, llegarían a eliminr la necesidad de un Dios Creador. Pero esto es indemostrable: tan sólo se puede demostrar que la estructura física del mundo no requiere un inicio *a parte mundi,* pero nunca se podrá probar una eternidad positiva del mundo físico. Ni tampoco las teorías sobre la explosión primitiva demuestran que el universo tiene un comienzo absoluto, pues nunca se podrá excluir –físicamente– la posibilidad de un estado anterior, y por tanto ese «inicio» siempre será relativo.

Por eso, hoy día cobra gran interés la tesis tomista de que la cuestión de la temporalidad del universo es irrelevante respecto a su origen creado, y es indemostrable en cualquier sentido que se la plantee[21]. En todo caso, puede reconocerse que la hipótesis del *Bing Bang* aporta un argumento de probabilidad en favor de un inicio temporal y que, en este sen-

21. «Novitas mundi non potest demonstrationem recipere ex parte ipsius mundi»: Tómás DE AQUINO, *S. Th.*, I, q. 46, a. 2.

tido, facilita la argumentación de la primera vía. Si el mundo no fue siempre, resulta más obvio su origen creado; pero aun un universo eterno, siendo finito, exigiría ser creado por Dios *ab aeterno*[22], si bien por la Revelación sepamos que tiene un comienzo en el tiempo.

Por otra parte, la reflexión estrictamente metafísica sobre las características de las cosas naturales permite probar la existencia de un Dios personal, creador del orden natural. Esta demostración trasciende el método de las ciencias experimentales, aunque ellas proporcionan datos que se relacionan con el punto de partida de las argumentaciones filosóficas.

Concretamente, los conocimientos actuales corroboran que los seres naturales son mutables y contingentes en todos los niveles (en efecto, inducen a pensar que no existen componentes últimos de la materia que sean físicamente inmutables). Además, los modelos aceptados sobre la evolución del universo muestran que de hecho, parecen haberse dado un conjunto de circunstancias en las que los seres naturales, si bien desprovistos de conocimientos, han cooperado de una manera enormemente precisa a la producción de unos resultados altamente específicos y sofisticados. Por fin, como dijimos, el comienzo temporal del universo parece muy coherente con la perspectiva de los modelos cosmológicos.

En definitiva, la argumentación metafísica que lleva hasta un Dios personal, autor del orden natural, resulta enriquecida en su base experimental por los datos proporcionados por la ciencia experimental.

22. Cfr. Tomás DE AQUINO, *S. Th.*, I, q. 46, a. 1.

BIBLIOGRAFIA

ESTUDIOS SOBRE CLÁSICOS Y AUTORES SIGNIFICATIVOS

ALVIRA, R.: *«Casus et fortuna» en Sto. Tomás de Aquino,* «Anuario Filosófico», 10 (1977), 1, pp. 27-69.

CARDONA, C.: *René Descartes: Discurso del método,* Emesa, Madrid 1975.

D'ARENZANO, I.: *Necessità e contingenza nell'agire della natura secondo San Tommaso,* «Divus Thomas», 64 (1961), pp. 27-69.

DE TONQUEDEC, J.: *Questions de Cosmologie et de Physique chez Aristote et Saint Thomas,* Vrin, París 1950.

DUBOIS, J.M.: *Les présupposés originels de la conception aristotélicienne du temps,* «Revue thomiste», 63 (1963), pp. 389-423.

La signification ontologique de la définition aristotélicienne du temps, «Revue thomiste», 60 (1960), pp. 38-79 y 234-248.

Le temps et l'instant selon Aristote, Desclée, París 1967.

GHISALBERTI, A.: *La concezione della natura nel Commento di Tommaso d'Aquino alla Metafisica di Aristotele,* «Rivista di filosofia neoscolastica», 66 (1974), pp. 533-540.

GONZÁLEZ A.L.-IBÁÑEZ LANGLOIS, J.M.: *F. Engels: Dialéctica de la naturaleza,* Emesa, Madrid 1977.

JACOBI, K.: *Thomas von Aquins semantische Analyse des Kontingenzbegriffs.* En *L'essere,* AA.VV., Edizioni domenicane italiane, Nápoles 1977, pp. 624-637.

KIRK, G.S.-RAVEN, J.E.: *Los filósofos presocráticos,* Gredos, Madrid 1969.

KOYRÉ, A.: *Newtonian Studies,* Harvard Univ. Press, Cambridge (Mass.) 1965.

Estudios galileanos, Siglo veintiuno, Madrid 1980.

MAMIANI, M.: *Teorie dello spazio da Descartes a Newton,* Angeli, Milán 1979.

MANSION, A.: *La théorie aristotélicienne du temps chez les péripatéticiens médiévaux Averroés, Albert le Grand, Thomas d'Aquin,* «Revue Néo-scolastique de Philosiphie», 36 (1934), pp. 275-307.

Introduction à la physique aristotélicienne, Vrin, París 1973.

MAQUART, F.X.: *Saint Thomas et l'action transitive,* «Revue thomiste», París 1925, pp. 130-163.

MARITAIN, J.: *La philosophie bergsonienne,* Téqui, París 1948.
MELENDO, T.: *J. Locke: Ensayo sobre el entendimiento humano,* Emesa, Madrid 1978.
MILLER, M.: *The problem of Action in the commentary of St. Thomas Aquinas on the Physics of Aristotle,* «The Modern Schoolman», 23 (1946), pp. 135-167, 200-226.
NICOLAS, M. J.: *L'idée de nature dans la pensée de Saint Thomas d'Aquin,* Téqui, París 1979.
QUERALTÓ, R.: *Naturaleza y finalidad en Aristóteles,* Publicaciones de la Universidad de Sevilla, Sevilla 1983.
RADA, E. (editor): *La polémica Leibniz-Clarke,* Taurus, Madrid 1980.
SANGUINETI, J.J.: *Augusto Comte: Curso de filosofía positiva.* Emesa, Madrid 1977.
SARANYANA, J.I.: *Santo Tomás. «De aeternitate mundi contra murmurantes»,* «Anuario Filosófico», 9 (1976), pp. 399-424.
SELVAGGI, F.: *Il concetto di natura in Aristotele e San Tommaso,* «Scritti in onore di Cario Giacon», Antenore, Padua 1972, pp. 259-276.
VUILLEMIN, J.: *Physique et métaphysique kantiennes,* P.U.F., París 1955.
WALLACE, W.A.: *Aquinas on the temporal relation between cause and effect,* «The Review of Metaphysics», 27 (1974), pp. 569-584.

TRATADOS SISTEMÁTICOS

AUBERT, J.M.: *Filosofía de la naturaleza,* Herder, Barcelona 1972.
BERGHIN-ROSE, G.: *Cosmologia,* Marietti, Turín 1949 *(Elementi di Filosofia,* vol. III).
ECHARRI, J.: *Philosophia entis sensibilis,* Roma 1959.
FATTA, M.: *Cosmologia,* Vita e pensiero, Milán 1936.
FRANK, C.: *Philosophia Naturalis,* Herder, Friburgo 1949.
GARDEIL, H.D.: *Initiation à la philosophie de saint Thomas d'Aquin,* vol. 2 *(Cosmologie),* Cerf, París 1957.
GREDT, J.: *Philosophia naturalis,* Herder, Barcelona-Friburgo-Roma 1958 *(Elementa philosophiae aristotelico-thomisticae,* vol. I).
HAAN, H.: *Philosophia naturalis,* Herder, Friburgo 1906.
HELLIN, J.-PALMES, F.M.: *Cosmologia,* Bac, Madrid 1955.
HOENEN, P.: *Cosmologia,* Universidad Gregoriana, Roma 1949
HUGON, E.: *Philosophia naturalis.* Lethielleux, París 1935.
JOLIVET, R.: *Traité de Philosophie,* vol. 1 *(Logique-Cosmologie),* Vitte, Lyon 1941 (8.ª ed.).
KOREN, H.J.: *An Introduction in the philosophy of nature,* Duquesne Univ., Pittsburgh 1960.
Readings in the philosophy of nature, Newman Press, Westminster (Maryland) 1961.
MASI, R.: *Cosmologia,* Desclée, Roma 1961.
MCWILLIAMS, J. A.: *Cosmology,* MacMillan, Nueva York 1956.
MILLÁN PUELLES, A.: *Fundamentos de filosofía,* Rialp, Madrid 1972.
NYS, D.: *Cosmologie,* Institut de Philosophie, Lovaina 1928.
PHILLIPS, R.P.: *Modern Thomistic Philosophy,* The Newmann Press, Westminster 1950.
REMER, V.: *Cosmologia,* Universidad Gregoriana, Roma 1949.

RENOIRTE F.: *Eléments de critique des sciences et cosmologie*, Lovaina 1945.
SELVAGGI, F.: *Cosmologia*, Universidad Gregoriana, Roma 1962.
Filosofia del mondo. Cosmologia filosofica, Universidad Gregoriana, Roma 1985.
SERTILLANGES, A.D.: *Santo Tomás de Aquino*, Desclée, Buenos Aires 1945, tomo II (libro 4: «La naturaleza»).
TONQUEDEC, J. DE: *La philosophie de la nature*, Lethielleux, París 1956-1959.
VAN HAGENS, B.: *Filosofia della natura*, Urbaniana Univ. Press, Roma 1983.
VANNI-ROVIGHI, S.: *Elementi di filosofia. III. Filosofia della naturà*, La Scuola, Brescia 1976.
VAN MELSEN, A.G.: *The Philosophy of Nature*, Duquesne University Press, Pittsburgh 1953.

MONOGRAFÍAS

AA.VV.: *Il Mondo nelle prospettive cosmologica, assiologica, religiosa*, «Atti del XIV Convegno del Centro di Studi filosofici di Gallarate», Morcelliana, Brescia 1960.
Idée de Monde et Philosophie de la Nature, Desclée, Recherches de Philosophie, n. VII, París 1966.
Il Cosmo e la Scienza, «Atti del Congresso Internazionale su Tommaso d'Aquino nel suo VII centenario», vol. IX, Ediz. domenicane italiane, Nápoles 1978.
Ordo (a cura di M. FATTORI e M. BIANCHI), «Colloquio Internazionale del Lessico intellettuale europeo», Ed. dell'Ateneo e Bizzani, Roma 1979.
La philosophie de la nature de saint Thomas d'Aquin (a cura di L. ELDERES), Pontificia Accademia di San Tommaso, Libreria Edit. Vatiacana, Ciudad del Vaticano 1982.
ALVIRA, R.: *La noción de finalidad*, EUNSA, Pamplona 1978.
AMBACHER, M.: *Cosmologie et philosophie*, Aubier-Montaigne, París 1967.
BARRIO, J.: Voces en GER (Gran Enciclopedia Rialp, Madrid 1971): *Cantidad* (4, 873-876); *Dinamismo* (7, 764-766); *Espacio* (9, 12-14); *Lugar* (14, 571-573); *Mecanicismo* (15, 396-399); *Tiempo* (22, 429-430 y 432-435).
BETH, E.W.: *The Foundation of Mathematics*, North-Holland, Amsterdam 1965.
BOLZAN, J.E.: *Continuidad de la materia*, Eudeba, Buenos Aires 1973.
BOLZAN, J.E.-BRABOSCHI, A.A.: *La percepción del tiempo*, «Anuario Filosófico», 11 (1978), 1, pp. 19-37.
BONNOR, W.: *The Mystery of the Expanding Universe*, Eyre and Spottiswoode, Londres 1965.
BORDONI, M.: *Il tempo*. Universidad Lateranense, Roma 1965.
Tempo, quantità, anima nel pensiero aristotelico-tomista, Aquinas, 4 (1961), pp. 293-323.
Senso metafisico della durata temporale, «Aquinas», 7 (1964), pp. 29-50.

BOURBAKI, N.: *Elementos de historia de las matemàticas,* Alianza, Madrid 1972.

CASARI, E.: *Questioni di filosofia della matematica,* Feltrinelli, Milán 1964.

COLERIUS, E.: *Piccola storia della matematica,* Einaudi, Turín 1960.

COSTA DE BEAUREGARD, O.: *La notion de temps. Équivalence avec l'espace,* Vrin, París 1983, 2.ª ed.

CRUZ, J.: *Filosofía de la estructura,* EUNSA, Pamplona 1974.

Voces en GER: *Cualidad* (6, 788-790); *Forma* (10, 310-313); *Hilemorfismo* (11, 801-803); *Materia* (15, 253-256); *Naturaleza* (16, 604-609).

DEGL'INNOCENTI, U.: *Problemi perenni ed attuali della cosmologia,* «Aquinas», 5 (1962), pp. 122-127.

Il principio d'individuazione nella scuola tomistica, Universidad Lateranense, Roma 1971.

DESCOQS, P.: *Essai critique sur l'hylémorphisme,* Beauchesne, París 1924.

DUBARLE, D.: *L'idée hylémorphique d'Aristote et la compréhension de l'univers,* «Revue des sciences philosophiques et théologiques», 36 (1952), pp. 3-29.

FABRO, C.: *Intorno alla nozione tomista di contingenza,* «Rivista di filosofia neoscolastica», 30 (1938), pp. 132-149.

FARIAS, D.: *Sull'inseità del mondo inorganico,* «Rivista di filosofia neoscolastica», 50 (1958), pp. 174-178.

FOREST, A.: *La structure métaphysique du concret,* Vrin, París 1956.

GALLI, G.: *Spazio e tempo nella scienza moderna,* Roma 1967.

GARCÍA LÓPEZ, J.: Voces en GER: *Acción* (1, 100-104); *Acto* (1, 163-166).

GENY, P.: *Metafisica ed esperienza nella cosmologia,* «Gregorianum», 1 (1920), pp. 91-116.

GUITTON, J.: *L'existence temporelle,* Aubier, París 1959.

HARRÉ, R. and MADDEN, E.H.: *Causal Powers. A Theory of Natural Necessity,* Rowman and Littlefield, Totowa, Nueva Jersey 1975.

HESSE, M.: *Forces and Fields,* Thomas Nelson and Sons, Ltd., Edimburgo 1961.

HOENEN, P.: *De origine formae materialis,* Universidad Gregoriana, Roma 1932.

Filosofia della natura inorganica, La Scuola, Brescia 1949.

De Noetica Geometriae, PUG, Roma 1954.

JAMMER, M.: *Concepts of space,* Harvard Univ. Press, Cambridge (Mass.) 1954.

Concepts of force: a study in the foundations of dynamics, Harvard Univ. Press, Cambridge (Mass.) 1957.

Concepts of mass, in classical and modern physics, Harvard Univ. Press, Cambridge (Mass.) 1961.

JOLIVET, R.: *La notion de substance,* Beauchesne, París 1929.

LANDUCCI, P.C.: *Struttura fisicochimica della materia e ilemorfismo tomista.* En *San Tommaso e il pensiero moderno,* ved. PIOLANTI (Ed.), pp. 240-254.

LISON, J.F.: Voz en GER: *Individuación* (12, 616-620).

LOMBA, J.: Voz en GER: *Filosofía natural en la Edad Moderna* (10, 177-181).

LUYTEN, N.A.: *Cosmologie,* «Revue philosophique de Louvain», 49 (1951), pp. 683-698.

Cosmologie et philosophie scientifique, «Revue philosophique de Louvain», 50 (1952), pp. 587-602.
Réflexions sur la notion de matière, «Tijdschrift voor Philosophie», 21 (1959), pp. 225-242.
Ordo rerum, Universitätsverlag Freiburg-Schweiz, Friburgo 1969.
LLANO, A.: Voz en GER: *Cosmología* (6, 575-577).
MAIER, A.: *Zwei Grundprobleme der scholastischen Naturphilosophie. Das Problem der intensiven Grösse. Die Impetustheorie,* Ed. Storia e Letteratura, Roma 1951.
MARITAIN, J.: *Filosofía de la naturaleza,* Club de Lectores, Buenos Aires 1967.
MASI, R.: *Le prove dell'ilemorfismo e il loro significato metafisico,* «Aquinas», 2 (1959), pp. 60-94.
Struttura della materia. Essenza metafisica e costituzione fisica, La Scuola, Brescia 1957.
Filosofia e scienze sperimentali nello studio della sostanza corporea, «Filosofia e vita», 1 (1960), pp. 66-74.
MORENO, A.: *The Law of Inertia and Principle «Quidquid movetur ab alio movetur»,* «Thomist» (Baltimore), 38 (1974), pp. 306-331.
MUNITZ, M.K.: *Space, time and creation. Philosophical aspects of scientific cosmology,* Free Press, Glencoe (Ill.) 1957.
PACHOLCZYK, A.G.: *The catastrophic universe,* Pachard Pub. House, Tucson (Ariz.) 1984.
PERSICH, H.B.: *Physics and scientific facts in the light of hylemorphism,* tesis doctoral, Pontificio Ateneo International Angelicum, Roma 1960.
PETIT, J.M.: *La filosofía de la naturaleza como saber filosófico,* Acervo, Barcelona 1980.
PIOLANTI, A., (director): *San Tommaso e il pensiero moderno.* En *Studi Tomistici,* Città Nuova, Roma 1974, vol. III.
POINCARÉ, H.: *El valor de la ciencia,* Espasa-Calpe, Buenos Aires 1946.
La ciencia y la hipótesis, Espasa-Calpe, Madrid 1963.
Ultimos pensamientos, Espasa-Calpe, Buenos Aires 1946.
PUTNAM, H.: *Philosophical Papers,* Cambridge Univ. Press, Londres 1980, vol. I *(Mathematics, Matter and Method).*
RABBITTE, E.: *Cosmology for all,* Mercier, Cork 1956.
RIAZA, J.M.: *Azar, Ley, Milagro,* Bac, Madrid 1953.
RODRÍGUEZ ROSADO, J.J.: *El problema del continuo y la Gnoseología,* El Escorial (imprenta Monasterio) 1965.
Voces en GER: *Accidente* (1, 96-100); *Cambio* (4, 749-752); *Continuo* (6, 387-389); *Potencia* (19, 2-6); *Substancia* (21, 710-717).
RÜPPEL, E.: *Vom Sinn des Hylemorphismus,* «Freiburger Zeitschrift für Philosophie und Theologie», 21 (1974), pp. 291-303.
SPAEMANN, R.-LÖW, R.: *Die Frage Wozu?,* R. Riper und Co. Verlag, Munich 1981.
SELVAGGI, F.: *Scienza e Metodologia,* Universidad Gregoriana, Roma 1962.
SERTILLANGES, A.D.: *La contingence dans la nature,* «Revue des sciences philosophiques et théologiques», 3 (1909), pp. 665-681.
STROBL, W.: Voces en GER: *Contingencia* (6, 385-387); *Física nueva, ideas filosóficas en la* (10, 218-224).

TORRETTI, R.: *Philosophy of Geometry from Riemann to Poincaré,* Reidel, Dordrecht 1984.
VAN MELSEN, A.G.: *From atomos to atom. The History of the Concept of Atom,* Duquesne University Press, Pittsburgh 1952.
WEYL, H.: *Philosophy of Mathematics and Natural Science,* Princeton Univ. Press, 1949.
WHITROW, G.: *The Structure and Evolution of the Universe,* Hutchinson, Londres 1959.
WIGGINS, D.: *Sameness and Substance,* Basil Blackwell, Londres 1980.

CIENCIA Y FILOSOFÍA

AGAZZI, E.: *Temas y problemas de filosofía de la física,* Herder, Barcelona 1978.
ARTIGAS, M.: *Karl Popper: Búsqueda sin término,* Emesa, Madrid 1979.
La fiabilidad de la ciencia experimental, «Sapientia», 36 (1981), pp. 117-128.
Historia de la ciencia y teología natural, «Scripta Theologica», 13 (1981), pp. 185-201.
El doble compromiso de la ciencia, «Scripta Theologica», 14 (1982), pp. 615-637.
BOHM, D.: *Causality and Chance in modern Physics,* Harper, Nueva York 1961.
BORN, M.: *La Fisica e il nostro tempo,* Sansoni, Florencia 1961.
Filosofia naturale della causalità e del caso, Boringhieri, Turín 1962.
DAUJAT, J.: *L'oeuvre de l'intelligence en physique,* P.U.F., París 1946.
Physique moderne et philosophie traditionnelle, Desclée, Tournai 1958.
DE BROGLIE, L.: *Matiére et lumière,* Michel, París 1937.
La physique nouvelle et les quanta, París 1937.
Physique et microphysique, Michel, París 1947.
La Physique quantique restera-t-elle indéterministe?, Gauthier-Villars, París 1953.
Nouvelles perspectives en microphysique, Michel, París 1956.
D'ESPAGNAT, B.: *I fondamenti concettuali della meccanica quantistica,* Bibliopolis, Nápoles 1980.
DUHEM, P.: *Essai sur la notion de théorie physique de Platon à Galilée,* Hermann, París 1908.
La théorie physique, Rivière, París 1914.
EINSTEIN, A.-INFELD, L.: *La física, aventura del pensamiento,* Losada, Buenos Aires 1961.
FARIAS, D.: *Rilevanza filosofica delle indagini scientifiche,* «Aquinas», 4 (1961), pp. 213-234.
GALLI, G.: *Quaestiones scientificae cum philosophia coniunctae,* Florencia 1963.
GAMOW, G.: *Thirty years that shook physics: the story of quantum theory,* Anchor Books, Nueva York 1966.
GUTIÉRREZ RÍOS, E.: *La ciencia en la vida del hombre,* EUNSA, Pamplona 1975.
HARRÉ, R.: *The Philosophies of Science,* Oxford Univ. Press, 1983.

HEISENBERG, W.: *La imagen de la naturaleza en la física actual,* Seix y Barral, Barcelona 1957.
Philosopic problems of nuclear science, Faber and Faber, Londres 1952.
Física y filosofía, La Isla, Buenos Aires 1959.
HESSE, M.B.: *Models and Analogies in Science,* Notre Dame University Press, Notre Dame 1966.
JAKI, S.L.: *The Relevance of Physics,* University of Chicago Press, Chicago 1970.
The Road of Science and the Ways to God, University of Chicago Press, Chicago 1978.
JORDAN, P.: *L'immagine della fisica moderna,* Feltrinelli, Milán 1964.
Creación y misterio, EUNSA, Pamplona 1978.
MARITAIN, J.: *Ciencia y filosofía,* Taurus, Madrid 1958.
Los grados del saber, Desclée, Buenos Aires 1947.
MASI, R.: *Fisica, matematica, metafisica,* «Rivista di filosofia neoscolastica», 44 (1952), pp. 109-126.
PLANCK, M.: *La conoscenza del mondo fisico,* Einaudi, Turín 1942.
QUERALTÓ, R.: *Significación filosófica de la causalidad en la física contemporánea,* «Anuario Filosófico», 10 (1977), 2, pp. 145-170.
Teleología y status científico, «Anuario Filosófico», 13 (1980), 1, pp. 183-191.
SANGUINETI, J.J.: *La filosofía de la ciencia según Santo Tomás,* EUNSA, Pamplona 1977.
La filosofía del cosmo in San Tommaso, Ares, Milán 1986.
SAUMELLS, R.: *La ciencia y el ideal metódico.* Rialp, Madrid 1958.
Fundamentos de matemática y de física. Rialp, Madrid 1961.
SELVAGGI, F.: *Filosofia delle scienze,* La Civiltá Cattolica, Roma 1953.
Causalitá e indeterminismo, Universidad Gregoriana, Roma 1964.
Problemi della fisica moderna. La Scuola, Brescia 1953.
Orientamenti della fisica, Universidad Gregoriana, Roma 1961.
SIMARD, E.: *Naturaleza y alcance del método científico,* Gredos, Madrid 1961.
SOCCORSI, F.: *De physica quantica,* Universidad Gregoriana, Roma 1956.
De vi cognitionis humanae in scientia physica, Universidad Gregoriana, Roma 1958.
De geometriis et spatiis non euclideis, Universidad Gregoriana, Roma 1960.
STROBL, W.: *Introducción a la filosofía de las ciencias,* Revista Estudios, Madrid 1963.
La realidad científica y su crítica filosófica, EUNSA, Pamplona 1966.
SYNGE, J.L.: *Hablando de la relatividad,* EUNSA, Pamplona 1976.
WALLACE, W.: *Causality and Scientific Explanation,* Univ. of Michigan Press, Ann Arbor 1972, 2 vol.
WEIZSÄCKER, C.F. VON: *La imagen física del mundo,* BAC, Madrid 1974.

IBROS DE INICIACION FILOSOFICA

MÁS ALVIRA, LUIS CLAVELL, TOMÁS MELENDO: *Metafísica* .ª reimp.).
AN JOSÉ SANGUINETI: *Lógica* (2.ª ed.).
GEL RODRÍGUEZ LUÑO: *Etica* (2.ª reimp.).
EJANDRO LLANO: *Gnoseología* (1.ª reimp.).
AKI YARZA: *Historia de la Filosofía Antigua* (2.ª ed.).
ARIANO ARTIGAS, JUAN JOSÉ SANGUINETI: *Filosofía de la Naturaleza* .ª ed.).
ARIANO ARTIGAS: *Introducción a la Filosofía* (1.ª reimp.).
SÉ IGNACIO SARANYANA: *Historia de la filosofía Medieval.*
GEL LUIS GONZÁLEZ: *Teología Natural.*
FREDO CRUZ PRADOS: *Historia de la Filosofía Contemporánea.*

aración:

CTOR SANZ SANTACRUZ: *Historia de la Filosofía Moderna.*
CINTO CHOZA, JORGE DE VICENTE: *Psicología.*